E 2.1A

Band 36, Heft 1 April 1954

OMMONWEALTH INST.
NTOMOLOGY LIBRARY
24 MAY 1954
ERIAL EA. 270
EPARATE

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

Begründet von K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER
Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 50 Abbildungen und 6 Bildtafeln

1954
PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Z. ang. Ent. Bd. 36 **Heft 1** *S. 1—116 Bln. 1954*

Inhalt

Originalaufsätze

Über die Ergebnisse der in der Schweiz im Jahre 1953 durchgeführten Freilandversuche zur mikrobiologischen Bekämpfung des Engerlings von *Melolontha melolontha* L. (=*Melolontha vulgaris* F.). Von T. Wikén, P. Bovey, H. Wille und Th. Wildbolz. Mit 15 Abbildungen 1

Beiträge zur Kenntnis der *Dendroctonus*-Arten in Guatemala. Von Günther Becker. Mit 20 Abbildungen 20

Zur Kenntnis einiger wirtschaftlich wichtiger mitteleuropäischer *Eulecanium*-Arten *(Homoptera: Coccoidea: Lecaniidae)*. Von Heinrich Schmutterer. Mit 4 Abbildungen und 6 Bildtafeln 62

Cremifania nigrocellulata Czerny *(Diptera,? Chamaemyiidae)*, ein Räuber an *Dreyfusia* (Adelges) *piceae* Ratz. *(Hemiptera, Adelgidae)*. Von Vittorio Delucchi und Hubert Pschorn-Walcher. Mit 11 Abbildungen und 3 Diagrammen 84

Temperaturregulierung und Wasserhaushalt im Bienenstaat. Von Martin Lindauer 108

Personalien

Friedrich Schwangart (Zum 80. Geburtstag) 113

Referate

Einzelreferate 115

Schriftleitung: Professor Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen und Tabellen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Das Honorar beträgt je Bogen 40,— DM, mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jedes Heft hat einen Umfang von 7 bis 8 Druckbogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Sonderabdrucke: Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

Abonnementspreis dieses Heftes 24,00 DM **Einzelpreis 26,40 DM**

Aus dem Institut für landw. Bakteriologie und Gärungsbiologie und dem Entomologischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich

Über die Ergebnisse der in der Schweiz im Jahre 1953 durchgeführten Freilandversuche zur mikrobiologischen Bekämpfung des Engerlings von *Melolontha melolontha* L. (= *Melolontha vulgaris* F.)

Von

T. Wikén, P. Bovey, H. Wille und Th. Wildbolz

Mit 15 Abbildungen

In Anbetracht der außerordentlich großen Schäden, welche dem schweizerischen Pflanzenbau durch die Maikäfer und Engerlinge zugefügt werden, sowie der Schwierigkeiten, mit denen die chemische Bekämpfung dieser Schädlinge unzweifelhaft verbunden ist, wurde im Jahre 1949 das Problem der mikrobiologischen Engerlingsbekämpfung in Zusammenarbeit zwischen den hiesigen Instituten von Prof. Dr. O. Schneider-Orelli und einem der Verfasser (Prof. T. Wikén) angegriffen. Im Rahmen dieses „team work" wurden bis jetzt teils experimentelle Untersuchungen im Laboratorium über pathogene Bakterien, Pilze und Viren (Kern, 1950; Wikén, 1951; Wille, 1952; Wille und Martignoni, 1952; Wikén und Wille, 1953) sowie über die Eiablage des Maikäfers und die Entwicklung des Engerlings (Wille und Wildbolz, 1953), teils Feldversuche in den Basler, Berner und Urner Fluggebieten durchgeführt (Wikén, 1951).

In der vorliegenden Arbeit werden wir die Ergebnisse der im Jahre 1953 in Alle (BE, Basler Flug), Güttingen (TG, Urner Flug) und Oberwil (BL, Basler Flug) angelegten Freilandversuche behandeln und in Zusammenhang damit einige morphologische und physiologische Eigenschaften der verwendeten Mikroorganismen sowie deren Vorkommen in den Geweben des Engerlings von *Melolontha melolontha* L. und den Habitus der kranken und toten Larven beschreiben. Wir werden ferner die Herstellung von Massenkulturen der pathogenen Organismen für die Impfung der Freilandparzellen in aller Kürze erwähnen.

I. Die pathogenen Bakterien

Im Laufe der obigen Untersuchungen wurden aus kranken Engerlingen von *Melolontha melolontha* L. ca. 150 aerobe oder fakultativ anaerobe Bakterienstämme isoliert, welche in Infektionsversuchen im Laboratorium als Krankheitserreger bei den erwähnten Larven wirksam sind. Der pathogene Stamm, welcher in den diesjährigen Feldversuchen zur Verwendung kam, wurde im Jahre 1951 aus einem in Aesch (BL) aufgefundenen Engerling reingezüchtet. Wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, tritt dieser Stamm in 3 Tage

Abb. 1. Stäbchen des pathogenen Bakterienstamms aus einer 3 Tage alten Schüttelkultur in synthetischer Nährlösung. Färbung mit Methylviolett. Vergr. 900 x

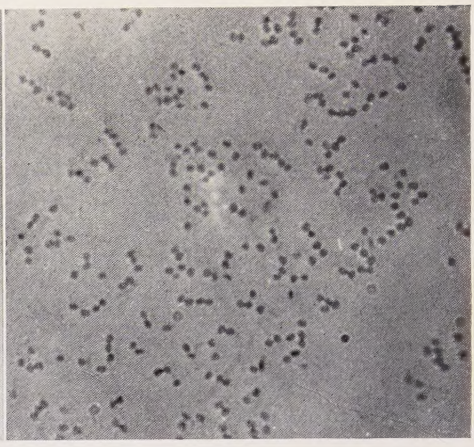


Abb. 2. Sporen des pathogenen Bakterienstamms aus einer 9 Tage alten Schüttelkultur in synthetischer Nährlösung. Färbung mit Malachitgrün nach der von Schaeffer und Fulton (1933) modifizierten Wirtz-Methode (Sporen grün). Vergr. 900 x

alten Schüttelkulturen auf einem synthetischen Substrat, welches nebst Mineralsalzen, Glucose, L(+)-Glutaminsäure und DL-Zystin die Wuchsstoffe Aneurin und (+)-Biotin enthält (vgl. unten), als gerade oder leicht gekrümmte Langstäbchen auf. Diese sind beweglich und haben eine Länge von 2,5—6 μ (durchschnittlich 4,5 μ) bei einer mittleren Breite von 1 μ. Sie liegen einzeln oder zu zweien oder dreien in Ketten und bilden Endosporen von der Größe 1,2×1,5 μ. Diese entstehen terminal in den Sporenmutterzellen und zeichnen sich durch einen stark lichtbrechenden Inhalt aus. Nach Kontrastfärbung mit Malachitgrün und Safranin gemäß Schaeffer und Fulton (1933) erscheinen sie grün, während ihre Hüllen und die vegetativen Zellen eine rote Farbe annehmen (siehe Abb. 2 und 3).

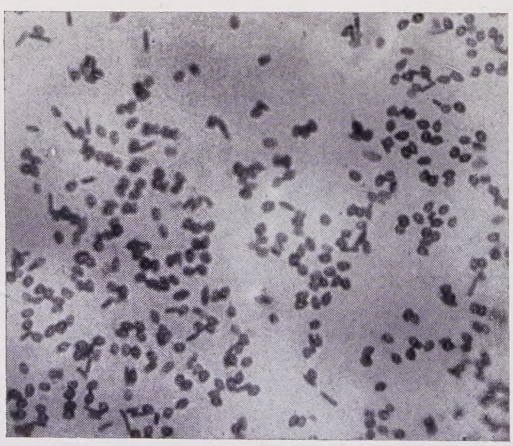


Abb. 3. Sporen und Stäbchen des pathogenen Bakterienstamms aus einer 9 Tage alten Schüttelkultur in synthetischer Nährlösung. Färbung mit Malachitgrün und Safranin nach der von Schaeffer und Fulton (1933) modifizierten Wirtz-Methode (Sporen grün, Stäbchen und Sporenhüllen rot). Vergr. 900 x

Sie lassen sich ferner bei 80° C während 10 Min. pasteurisieren. Mithin handelt es sich sowohl hinsichtlich der färbungstechnischen Eigenschaften, als auch bezüglich der Hitzeresistenz um Sporen im üblichen Sinne. In älteren Kulturen des pathogenen Bakterienstamms treten neben den erwähnten Langstäbchen und Sporen auch Kokken sowie Klümpchen, welche hauptsächlich aus Kurzstäbchen bestehen, auf. Über die Ergebnisse unserer Versuche, den Stamm mit Hilfe biochemischer Reaktionen etc. zu diagnostizieren, werden wir in einem separaten Artikel berichten.

Durch die Untersuchungen von WIKÉN und WILLE (1953) wurde festgestellt, daß der in den diesjährigen Freilandversuchen benutzte Bakterienstamm Aneurin-Biotin-heterotroph ist, indem er in der oben erwähnten synthetischen Nährlösung mit L(+)-Glutaminsäure und DL-Zystin erst nach Zusatz einer Kombination von 0,5 mg des ersten und 25 γ des letzten Wuchsstoffs pro 1000 ccm zur maximalen Vermehrung gebracht werden

Tabelle 1. Vergleich der Entwicklung des pathogenen Bakterienstamms auf einem Gemisch von 20 Aminosäuren mit derjenigen auf L(+)—Glutaminsäure in Gegenwart von Glucose und DL-Zystin (WIKÉN und WILLE, 1953, S. 268)

Wuchsstoffzusatz	Bebrütungszeit in Tagen	L(+)-Glutaminsäure DL-Zystin Anfangs-p_H = 7,19		20 Aminosäuren Anfangs-p_H = 7,29	
		Sporen	Vegetative Formen	Sporen	Vegetative Formen
Kein Zusatz	5	2 300	3 800	2 700	34 300
	8	1 850	3 450	800	12 150
	12	1 900	9 600	400	7 750
	15	1 650	2 700	400	8 250
	20	2 000	2 250	500	7 800
	29	2 100	3 300	350	6 850
Biotin + Aneurin	5	11 850	67 100	13 150	432 100
	8	20 850	354 500	27 700	505 200
	12	29 300	705 800	27 500	672 500
	15	41 900	582 600	27 600	390 600
	20	13 100	624 700	28 000	286 500
	29	6 050	604 000	14 900	281 500

Tabelle 2. Vergleich des Bakterienwachstums auf Ammonsalzen mit demjenigen auf L(+)—Glutaminsäure in Anwesenheit von Glucose und DL-Zystin (WIKÉN und WILLE, 1953, S. 268)

Stickstoffquelle	Bebrütungszeit in Tagen	Kein Wuchsstoffzusatz		Biotin + Aneurin	
		Sporen	Vegetative Formen	Sporen	Vegetative Formen
L(+)-Glutaminsäure Anfangs-p_H = 7,05	3	150	8 550	1 600	9 150
	6	1 000	5 000	26 250	182 850
	11	200	4 900	148 000	897 100
	20	100	5 100	13 700	737 200
Ammonsulfat Anfangs-p_H = 6,82	3	400	9 550	150	10 000
	6	250	12 200	450	9 650
	11	150	8 950	150	13 550
	20	100	9 450	150	13 200
Ammonphosphat Anfangs-p_H = 6,97	3	750	8 650	950	9 900
	6	150	11 150	200	10 650
	11	200	9 600	300	9 600
	20	150	7 850	100	10 400
Diammontartrat Anfangs-p_H = 6,80	3	950	13 050	450	17 450
	6	750	15 550	500	16 450
	11	150	14 950	250	18 500
	20	250	11 250	150	22 550

kann. Einzeln zugesetzt ermöglichen diese beiden Vitamine in der gleichen Nährlösung eine gewisse Stimulierung der Bakterienentwicklung, während die Wuchsstoffe Adermin, meso-Inosit und D(+)-Pantothensäure unwirksam sind. Dagegen übt ein Gemisch der drei letzten Vitamine (0,5 mg bzw. 25 mg und 2,5 mg pro 1000 ccm) einen förderndèn Einfluß aus, welcher von der gleichen Größe ist wie derjenige, der durch Aneurin oder (+)-Biotin allein hervorgerufen wird („replacement of growth factors" gemäß Schopfer, 1949, S. 123, 135, 142 und 208). Wie aus Tab. 1 hervorgeht, konnte die ausgeprägte Aneurin-Biotin-Heterotrophie des pathogenen Stamms sogar auf Substraten festgestellt werden, welche praktisch sämtliche Aminosäuren enthalten, aus denen das Bakterieneiweiß zusammengesetzt ist. Ammoniumsalze (Sulfat, Phosphat und Tartrat) sind nicht einmal in Anwesenheit des Gemisches von Aneurin und (+)-Biotin als Stickstoffquellen geeignet (Tab. 2).

II. Die pathogenen Pilze

Von den pathogenen Pilzen kam in den diesjährigen Feldversuchen ein Stamm zur Verwendung, der aus einem in Aesch (BL) aufgefundenen verpilzten Engerling isoliert wurde. Er läßt sich teils als submerses Myzel in Flüssigkeiten, welche durch Schütteln oder mit Hilfe eines sterilen Luftstroms in dauernder Bewegung gehalten werden, teils als schneeweißes, lockeres Oberflächenmyzel auf festen Nährboden züchten. In beiden Fällen findet unter Umständen eine Bildung von wasserlöslichen roten Farbstoffen statt. Abb. 4 zeigt das submerse Myzel aus einer Schüttelkultur auf der oben erwähnten synthetischen Nährlösung mit DL-Zystin und L(+)-Glutaminsäure. Aus Abb. 5 geht das Aussehen des auf Sabouraud-Agar (vgl. unten) gezüchteten und durch reichliche Konidienbildung gekennzeichneten Luftmyzels hervor. Die Länge der Konidien beträgt 3,7—4,7 μ (durchschnittlich 4,1 μ), bei einer Breite von 2,5—2,8 μ (durchschnittlich 2,6 μ). Versuche zur Identifizierung der pathogenen Pilzstämme sind im Gange.

Abb. 4. Myzel des pathogenen Pilzes aus einer 10 Tage alten Schüttelkultur in synthetischer Nährlösung. Ungefärbt. Vergr. 200 x

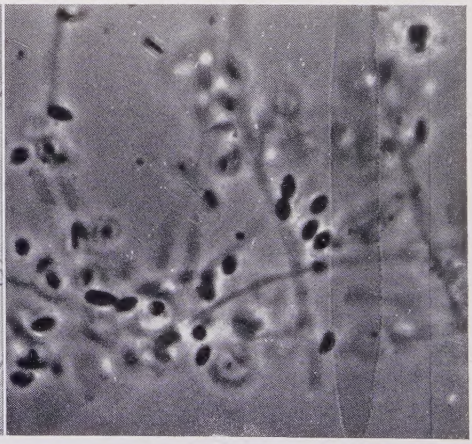


Abb. 5. Luftmyzel und Konidien des pathogenen Pilzes aus einer 10 Tage alten Kultur auf Sabouraud-Agar (siehe „Difco Manual", 1953, S. 238). Aufschwemmung in Faure-Lösung. Ungefärbt. Phasenkontrast. Vergr. 900 x

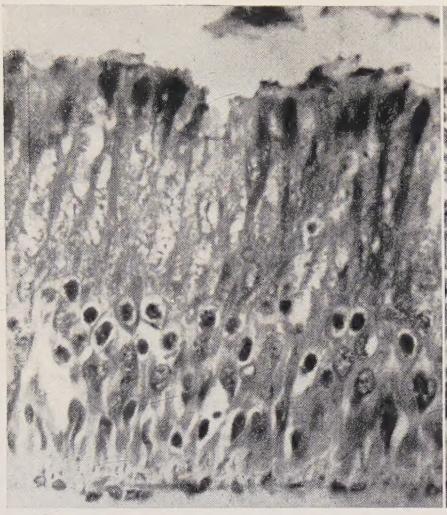


Abb. 6. Längsschnitt durch das Mitteldarmepithel eines gesunden Engerlings. Färbung mit Azur-Eosin nach Giemsa (siehe Romeis, 1948, S. 326, § 1401). Vergr. 360 x

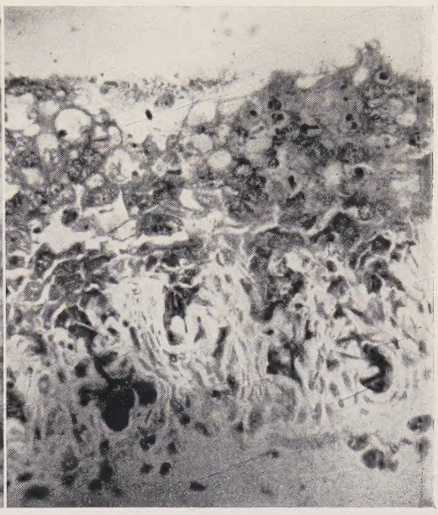


Abb. 7. Längsschnitt durch das Mitteldarmepithel eines im Laboratorium mit pathogenen Bakterien infizierten Engerlings. Beginnender Zerfall der Epithelzellen. Färbung und Vergrößerung wie in Abb. 6 (Bakterien blauviolett)

III. Histopathologie

Die Invasion bzw. Infektion der Engerlinge durch die Bakterien findet in den meisten Fällen wahrscheinlich folgenderweise statt: Die Sporen bzw. vegetativen Zellen gelangen mit der Erde durch die Mundöffnung in den Mitteldarm der Larven. Nach Keimung und Vermehrung

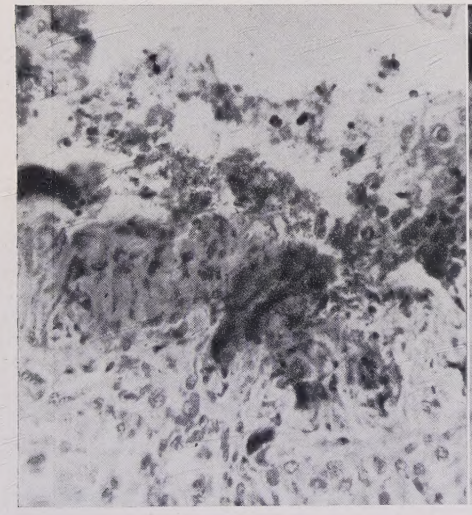


Abb. 8. Längsschnitt durch das Mitteldarmepithel der gleichen Larve wie in Abb. 7. Durchbruch der Darmwand unter Einwirkung der Bakterien. Färbung und Vergrößerung wie in Abb. 6 (Bakterien blauviolett)

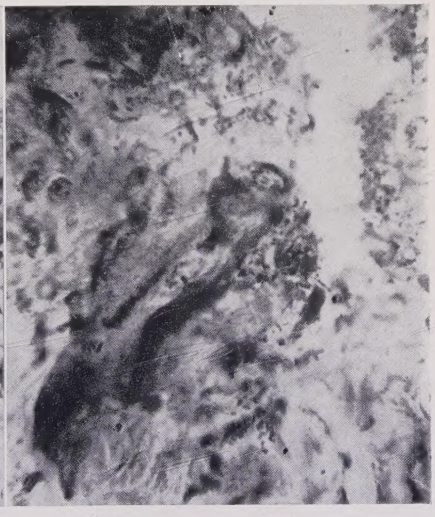


Abb. 9. Gleiche Durchbruchstelle der Bakterien wie in Abb. 8 bei der Vergr. 810 x

greifen die Schädlinge das Mitteldarmepithel an, wobei dessen Zellen zerfallen und teilweise aufgelöst werden. Die Bakterien dringen sodann in die Körperhöhle des Engerlings ein. Während dieser Prozesse wird die peritrophische Membran der Larven praktisch ganz aufgelöst. Die lytische Einwirkung der pathogenen Bakterien auf diese Membran läßt sich auch in vitro experimentell verfolgen. Das Aussehen des Mitteldarmepithels einer gesunden Larve nach Giemsa-Färbung (siehe Romeis, 1948, S. 326, § 1401) geht aus Abb. 6 hervor. Abb. 7—9 zeigen den beginnenden Zerfall der Epithelzellen sowie einen Durchbruch der Mitteldarmwand in Gegenwart pathogener Bakterien. Aus Abb. 10 ist die Anhäufung von Bakterien in den Zwischenräumen der Muskulatur eines toten Engerlings ersichtlich.

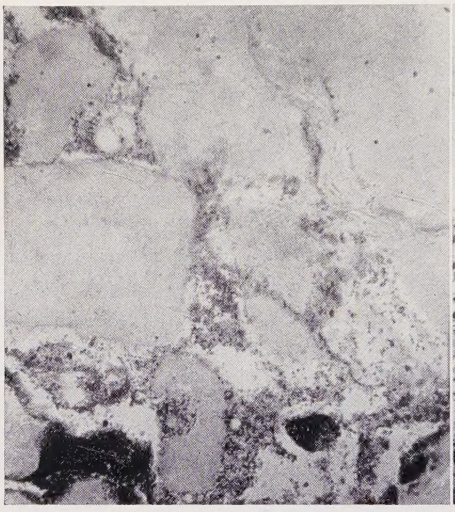


Abb. 10. Bakterien in den Zwischenräumen der Muskulatur eines im Laboratorium infizierten Engerlings. Färbung und Vergrößerung wie in Abb. 6 (Bakterien blauviolett)

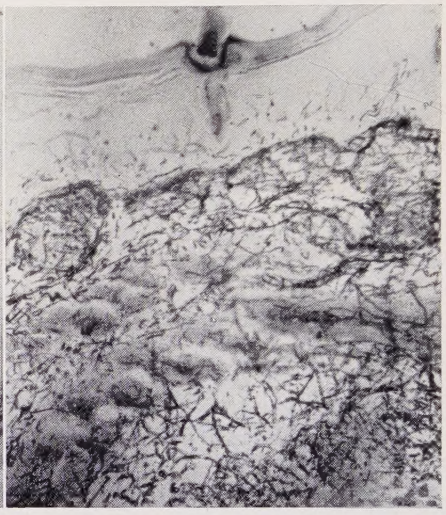


Abb. 11. Hyphen des pathogenen Pilzes im Gewebe eines im Laboratorium infizierten Engerlings. Färbung wie in Abb. 6 (Pilzhyphen rotviolett). Vergr. 180 ×

Der Verlauf der Pilzkrankheit wurde noch nicht aufgeklärt. Aus unseren Versuchen geht aber hervor, daß die Invasion bzw. Infektion unter Umständen direkt durch das Integument der Larven stattfinden kann. Abb. 11 zeigt Hyphen des pathogenen Stamms im Gewebe eines verpilzten Engerlings.

Die in Abb. 7—11 wiedergegebenen Schnitte stammen aus Larven, welche im Laboratorium infiziert wurden. Hier sei nur noch erwähnt, daß die Engerlinge in Pikrinsäure-Formol-Eisessig-Gemisch nach Bouin fixiert, mit Alkohol und Dioxan entwässert und in Paraffin eingebettet wurden. Die Dicke der Schnitte betrug ca. 10 µ.

IV.

Habitus der von der Bakterien- bzw. Pilzkrankheit befallenen Engerlinge

Der Krankheitsverlauf bei Engerlingen im 3. Larvenstadium nach Infektion mit Bakterien bzw. Pilz im Laboratorium geht aus Abb. 12 a—d hervor. Abb. 12 a zeigt das Aussehen der gesunden und Abb. 12 b dasjenige

Abb. 12. Verlauf der Bakterien- bzw. Pilzkrankheit bei Engerlingen im 3. Larvenstadium nach Infektion im Laboratorium. Natürliche Größe. a) Gesunde Larven. b) Mit Bakterien infizierte Larven wenige Tage vor dem Sterben. c) Tote Larven aus einer Versuchsreihe mit den pathogenen Bakterien. d) Tote Larven aus einer Versuchsreihe mit dem pathogenen Pilz

der von der Bakterienkrankheit befallenen Larven wenige Tage vor dem Sterben. Die kranken Larven sind bereits durch einen sehr niedrigen Turgor, nur schwache Lebenszeichen, eine leicht bräunliche Verfärbung der Haut und dünnflüssige rectale Ausscheidungen gekennzeichnet. Dieses Krankheitsbild entspricht den in Abb. 7—9 wiedergegebenen Stadien des Zerfalls des Mitteldarmepithels und des Eindringens der Bakterien in die Körperhöhle. Abb. 12 c zeigt tote Engerlinge aus einer Versuchsreihe mit pathogenen

Abb. 13. Engerlinge im 2. Larvenstadium aus dem Freilandversuch in Alle (BE). Natürliche Größe. a) Gesunde Larven. b) Kranke Larven aus der mit pathogenen Bakterien geimpften Parzelle. c) Tote Engerlinge aus der mit pathogenen Bakterien geimpften Parzelle. d) Tote Engerlinge aus der mit dem pathogenen Pilz geimpften Parzelle

Bakterien. Die Larven sind stark verfärbt (dunkelbraun bis schwarz) und unterliegen einer totalen Auflösung, wobei sich in den Zwischenräumen der Gewebe, wie aus Abb. 10 ersichtlich ist, große Mengen von Bakterien anhäufen. Abb. 12 d zeigt den Habitus der toten mehr oder weniger stark eingetrockneten und verschrumpften („verpilzten") Larven aus einer Versuchsreihe mit dem pathogenen Pilzstamm.

In den im Laboratorium durchgeführten Infektionsversuchen wurden gesunde Larven in Erde ausgesetzt, welche als Nahrung Weizenkörner enthielt und mit einer Suspension des pathogenen Bakteriums (Sporen und vegetative Zellen) bzw. Pilzes (Konidien und Hyphen) beimpft war. Als Versuchsgefäße dienten dabei Blechdosen mit einem Durchmesser von 4,5 cm (Querschnitt $\cong 15$ cm^2) und einer Höhe von 7 cm. Sie faßten je 80 g lufttrockene Erde und einen Engerling. Die Impfmenge betrug 75×10^6 Bakteriensporen bzw. Pilzkonidien pro Dose. Die Larven in infizierter Erde wurden wie die Kontrolltiere in ungeimpfter Erde bei ca. 20° C aufbewahrt (siehe Wille und Wildbolz, 1953, sowie Wikén und Wille, 1953).

Die oben beschriebenen Krankheitsstadien der Engerlinge konnten auch, wie aus Abb. 13 a—d ersichtlich ist, in den entsprechenden Parzellen der Freilandversuche aufgefunden werden.

V. Herstellung von Massenkulturen der pathogenen Mikroorganismen

Das in den diesjährigen Feldversuchen benutzte Bakterienmaterial wurde in der von Wikén und Wille (1953) beschriebenen synthetischen Nährlösung gewonnen. Diese enthält u. a. das von Stokes und Woodward (1943) vorgeschlagene Salzgemisch und hat die folgende Zusammensetzung:

Glucose	2,0	g
L(+)-Glutaminsäure	4,0	g
DL-Zystin	0,06	g
K_2HPO_4	0,5	g
KH_2PO_4	0,5	g
$MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$	0,2	g
NaCl	0,01	g
$MnSO_4 \cdot 4\ H_2O$	0,01	g
$FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$	0,01	g
$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	2,0	ccm bei Zimmertemperatur gesättigte Lösung
Aneurin	0,5	mg
(+)-Biotin	25,0	γ
Dest. Wasser	ad 1000,0	ccm

Der p_H-Wert der Nährlösung wird durch Zusatz von Natronlauge auf 6,5—7,3 eingestellt.

Da die Sporulierung des pathogenen Bakterienstamms von der Sauerstoffzufuhr stark abhängig ist, wurden als Kulturgefäße Behälter mit Sinterglasplatten nach dem Prinzip von Kluyver gewählt (siehe Abb. 14). Eine für unsere Zwecke genügende Belüftung konnte mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe erzielt werden. Zur Entkeimung des Luftstroms dienten sterile Filter aus Glaswolle und chemisch reiner Baumwolle. Die Temperatur betrug 25°C. Unter den erwähnten experimentellen Bedingungen erhielten wir nach 8—14 Tagen ca. 10^9 Sporen pro ccm Substrat. Dabei machte die Zahl der Sporen 50—60% der Gesamtpopulation aus.

Abb. 14 (rechts). Herstellung von Impfmaterial der pathogenen Bakterien (Sporen und vegetative Zellen) für Feldversuche. Belüftungsapparaturen nach dem Prinzip von Kluyver

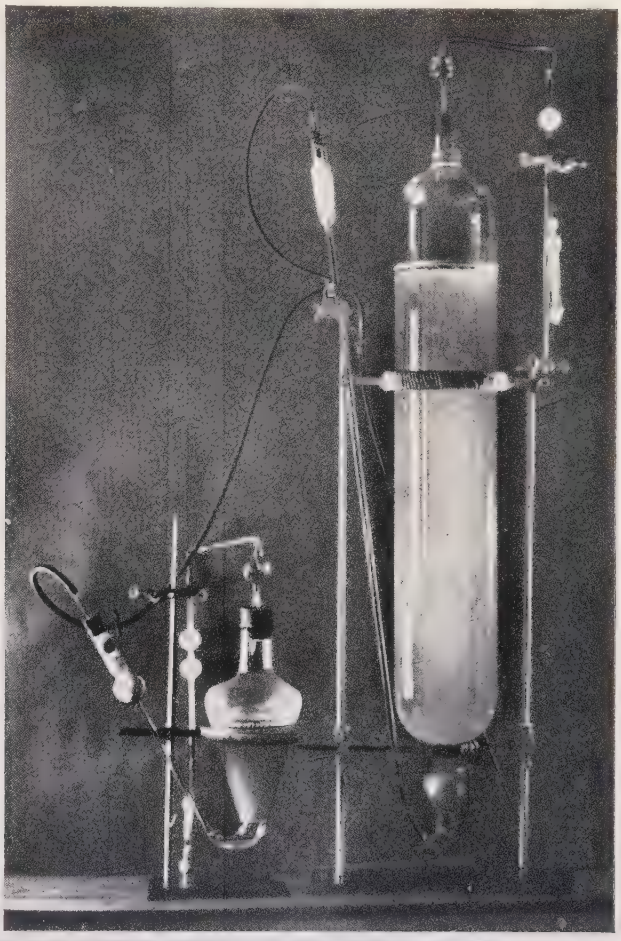
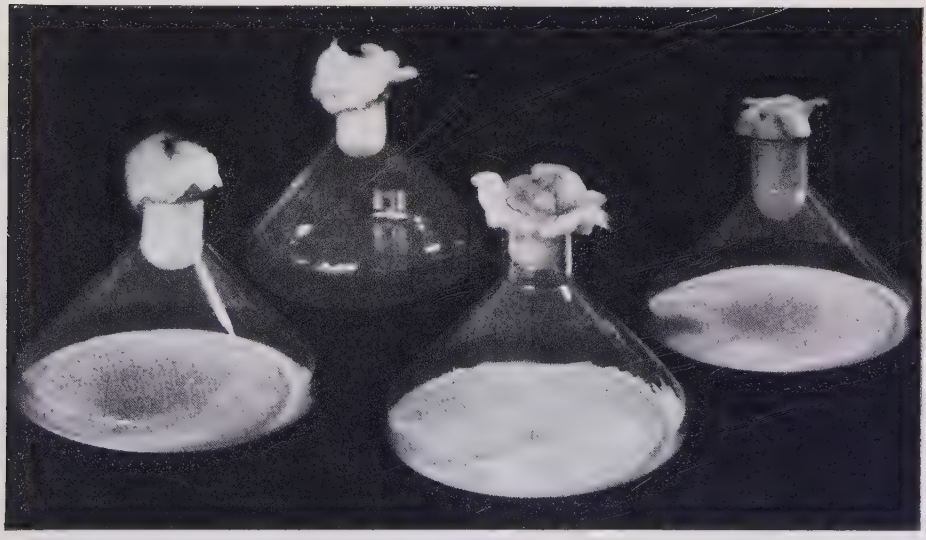


Abb. 15 (unten). Herstellung von Impfmaterial des pathogenen Pilzes (Konidien und Myzel) für Feldversuche. Fernbach-Kolben (zweiter Kolben von links ungeimpft)



Das in den Freilandversuchen verwendete Pilzmaterial wurde in Oberflächenkulturen auf Sabouraud-Agar gewonnen. Dieses Substrat war von der folgenden Zusammensetzung (vgl. Kahlfeld und Wahlich, 1929, S. 49; Skinner, Emmons u. Tsuchiya, 1947, S. 55; „Difco Manual", 1953, S. 238):

„Neopeptone Difco"	10 g
Glucose	20 g
Agar	20 g
Dest. Wasser	1000 ccm

Der p_H-Wert des Substrats wurde auf 5,6 eingestellt. Als Kulturgefäße kamen konische Fernbach-Kolben aus Jena-Geräteglas 20 zur Verwendung. Die Schichthöhe des Substrats betrug 3—5 mm bei einer Bodenfläche der Kolben von ca. 300 cm² (siehe Ab. 15). Nach Bebrütung während 14—20 Tage bei 25° C konnten wir durchschnittlich 5×10^{10} Konidien pro Kolben ernten.

Hier sei nur noch erwähnt, daß Versuche zur Erzeugung von hochvirulentem Bakterien- bzw. Pilzmaterial in halbtechnischem Maßstab mit Hilfe moderner Turbulenz-Belüftungsapparaturen im Gange sind.

Tabelle 3. Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse der Versuchsgebiete während der Zeit Juli—Oktober 1953 im Vergleich zu den Monatsmitteln 1901—1940

Meteorologische Station bzw. Versuchsfeld	Mittlere monatliche Lufttemperatur °C				Monatliche Niederschlagsmengen (inkl. Tau) mm				Zahl der Niederschlagstage (inkl. Tau)			
	Juli	August	September	Oktober	Juli	August	September	Oktober	Juli	August	September	Oktober
Kreuzlingen (Güttingen, TG)												
1953:	17,77	17,12	14,72	9,90	153,7	44,7	42,7	43,9	19	10	8	9
1901—1940:	17,7	16,9	13,5	8,5	112	102	86	67				
Basel-Binningen (Oberwil, BL)												
1953:	18,56	18,29	15,15	10,78	89,7	21,4	92,7	24,6	14	8	12	11
1901—1940:	18,1	17,4	14,1	9,1	89	87	79	69				
Mormont (Alle, BE)												
1953:	—	—	—	—	120,8	48,6	100,3	31,2	12	9	12	8
1901—1940:	—	—	—	—	110	104	100	100				

VI. Freilandversuche

Die diesjährigen Freilandversuche wurden Ende Juli in Güttingen (TG), Oberwil (BL) und Alle (BE) angelegt (vgl. Tab. 5), wobei es sich im ersten Fall um eine feuchte Naturwiese und an den beiden letzten Orten um trockene Naturwiesen handelte. Die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse der Versuchsgebiete sind in Tab. 3 aufgeführt. Es ist ersichtlich, daß die Zeit nach der Impfung der Freilandparzellen durch eine verhältnismäßig warme und trockene Witterung gekennzeichnet war. Die Niederschlagsmengen an den Tagen unmittelbar vor und nach der Behandlung gehen aus Tab. 4 hervor. Die Wiese in Oberwil wurde im Anschluß an die Impfung gejaucht.

Die Größe der behandelten Parzellen betrug approximativ 200 m², wobei die Dimensionen 10×20 m oder 13×15 m waren. Die Größe der unbehandelten Parzellen war in Güttingen 300 m², in Oberwil 200 m² und in Alle 50 oder 100 m².

Die unbehandelten Flächen lagen teils zwischen den behandelten Parzellen, teils in unmittelbarem Anschluß an diese.

Tabelle 4

Niederschlagstage und Niederschlagsmengen unmittelbar vor und nach der Impfung der Freilandparzellen in Güttingen (TG), Oberwil (BL) und Alle (BE)

Meteorologische Station bzw. Versuchsfeld	Datum der Behandlung	Datum der Niederschlagstage	Niederschlagsmengen mm
Kreuzlingen (Güttingen, TG)	22. 7. 53	18. 7. 53	17,8
		22. 7. 53	0,7
		23. 7. 53	9,5
		26. 7. 53	9,2
Basel-Binningen (Oberwil, BL)	24. 7. 53	23. 7. 53	13,0
		30. 7. 53	7,8
Mormont (Alle, BE)	31. 7. 53	30. 7. 53	9,1
		31. 7. 53	7,2
		1. 8. 53	4,2
		2. 8. 33	0,8

Die im Laboratorium aus den oben erwähnten Massenkulturen durch wiederholtes Zentrifugieren und Aufschwemmen in dest. Wasser hergestellten Suspensionen der pathogenen Mikroorganismen wurden mit Leitungswasser so verdünnt, daß sie beim Impfen der Freilandparzellen in Güttingen und Oberwil 17×10^6 Bakteriensporen bzw. 5×10^6 Pilzkonidien pro ccm nebst vegetativen Zellen enthielten. Zur gleichzeitigen Impfung des Bodens mit beiden Organismen kam an diesen Orten eine Suspension mit $8{,}5\times10^6$ Bakteriensporen und $2{,}5\times10^6$ Pilzkonidien pro ccm zur Verwendung.

Die Parzellen wurden mit 3 *l* der betreffenden Suspension je m² behandelt (Gießen mit Spritzkanne). Die in Güttingen und Oberwil verwendeten Impfmengen waren mithin wie folgt:

Impfung mit Bakterien allein: 50×10^9 Sporen/m²,
Impfung mit Pilz allein: 15×10^9 Konidien/m²,
Gleichzeitige Impfung mit Bakterien und Pilz: 25×10^9 Sporen + $7{,}5\times10^9$ Konidien/m².

In Alle kam eine Suspension des pathogenen Bakteriums zur Verwendung, die 30×10^6 Sporen pro ccm enthielt, während die Suspension

der Pilzkonidien von der gleichen Stärke war wie in Güttingen und Oberwil. Die Parzellen wurden mit 3 *l* Suspension pro m^2 begossen. Die Impfstärken waren:

Impfung mit Bakterien allein: 90×10^9 Sporen/m^2,
Impfung mit Pilz allein: 15×10^9 Konidien/m^2,
Gleichzeitige Impfung mit Bakterien und Pilz: 45×10^9 Sporen + $7{,}5 \times 10^9$ Konidien/m^2.

Die durch diese Impfung in den verschiedenen Freilandparzellen bewirkte Erhöhung der Mortalität der Engerlinge geht aus Tab. 5 hervor. Bekanntlich läßt sich die Wirksamkeit eines insektiziden Stoffs wie folgt nach Abbott berechnen (vgl. Schneider-Orelli, 1947, S. 205; Brown, 1951, S. 764):

$$W = 100 \times \frac{b-k}{a-k}, \text{ wobei}$$

W = Wirksamkeit in %,
a = Zahl der lebenden Tiere pro Flächeneinheit des Versuchsfeldes unmittelbar vor der Behandlung,
k = Zahl der in einer gewissen Zeitspanne (= Versuchszeit) pro Flächeneinheit der unbehandelten Parzellen abgetöteten Tiere (= Bezugsmortalität),
b = Zahl der in der gleichen Zeitspanne pro Flächeneinheit der behandelten Parzellen abgetöteten Tiere.

Die Differenz b—k stellt mithin ein Maß der durch den geprüften Wirkstoff hervorgerufenen Erhöhung der Mortalität dar, oder, wenn man so will, ein Maß der durch das insektizide Mittel bewirkten Verminderung der Resistenz der betreffenden Population gegen ungünstige biotische und abiotische Außenfaktoren. Die Differenz a—k ist ein Maß dieser Resistenz.

Bei der ersten Kontrolle, welche in Güttingen und Oberwil nach einer Versuchszeit von etwa 8 Wochen durchgeführt wurde (15. 9. bzw. 16. 9. 53), konnte für die mit Bakterien allein bzw. mit Pilz allein und mit einem Gemisch der pathogenen Mikroorganismen behandelten Parzellen am ersten Ort eine Wirksamkeit von 52,3 bzw. 36,9 und 47,7% festgestellt werden. Die entsprechenden Werte für Oberwil betrugen 59,4 bzw. 65,6 und 37,5%. In Alle, wo die erste Kontrolle nach 7 Wochen stattfand (18. 9. 53), wurde eine Wirksamkeit von 59,3 bzw. 52,6 und 49,3% erzielt.

Die zweite Kontrolle, welche in Güttingen nach einer totalen Versuchszeit von ca. 15 Wochen (6. 11. 53) und in Alle nach 12 Wochen (24. 10. 53) vorgenommen wurde, ergab am ersten Ort für die Bakterien- bzw. Pilzsuspension und das Bakterien-Pilzgemisch eine Wirksamkeit von 52,5 bzw. 39,3 und 44,3%. Die für Alle gefundenen Werte waren 41,8 bzw. 33,7 und 41,3%. Hier sei nur noch darauf aufmerksam gemacht, daß am letzten Ort die Bezugsmortalität in der Zeit zwischen der ersten und zweiten Kontrolle von 0 auf 6 Larven pro 0,25 m^2 gestiegen ist. Ferner sei bemerkt, daß im Versuchsgebiet Güttingen die mittlere monatliche Lufttemperatur für September bzw. Oktober viel niedriger ist als diejenige für Juli bzw. August (siehe Tab. 3). Ähnliche Temperaturverhältnisse können für Alle als wahrscheinlich angenommen werden.

Die mit Hilfe der Formel von Abbott ausgewerteten Versuchsergebnisse deuten darauf hin, daß unter den gewählten experimentellen Be-

Tabelle 5. Ergebnisse der im Jahre 1953 in Güttingen (TG), Oberwil (BL) und Alle (BE) durchgeführten Freilandversuche zur Bekämpfung des Engerlings von *Melolontha melolontha* L. mit Hilfe pathogener Mikroorganismen

Versuchsfeld	Datum der Behandlung	Zahl der Engerlinge pro 0,25 m² vor der Behandlung			Datum der Kontrollen	Zahl der Engerlinge pro 0,25 m² nach der Behandlung											
						Impfung mit Bakterien			Impfung mit Pilz			Gleichzeitige Impfung mit Bakterien und Pilz			Unbehandelt		
		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	N		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	N	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	N	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	N	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	N
Güttingen (TG) Urner Flug 3. Larvenstadium	22. 7. 53	11,3	0,57	37	1. Kontrolle: 15. 9. 53	3,1	0,82	15	4,1	0,68	14	3,4	0,75	14	6,5	0,56	28
					2. Kontrolle: 6. 11. 53	2,9	0,50	14	3,7	0,67	14	3,4	0,25	14	6,1	0,51	28
Oberwil (BL) Basler Flug 1. und 2. Larvenstadium	24. 7. 53	8,0	0,59	19	1. Kontrolle: 16. 9. 53	2,6	0,54	10	2,2	0,93	10	4,0	1,00	10	6,4	1,29	14
Alle (BE) Basler Flug 1. und 2. Larvenstadium	31. 7. 53	26,5	3,17	11	1. Kontrolle: 18. 9. 53	10,9	0,90	16	12,7	1,98	14	13,6	1,05	14	27,0	1,80	22
					2. Kontrolle: 24. 10. 53	12,1	1,27	14	13,8	0,88	14	12,2	1,15	14	20,8	1,13	24

Tabelle 6. Statistisches Prüfen der Unterschiede im Engerlingbesatz zwischen unbehandelten und behandelten Freilandparzellen mit Hilfe der t-Verteilung (vgl. Tab. 5)

Behandlung	Versuchsfeld: Güttingen (TG) $\bar{x}$	$n = N' + N'' - 2$	$S(x_i' - \bar{x}')^2 + S(x_i'' - \bar{x}'')^2$	t	Oberwil (BL) $\bar{x}' - \bar{x}''$	$n = N' + N'' - 2$	$S(x_i' - \bar{x}')^2 + S(x_i'' - \bar{x}'')^2$	t	Alle (BE) $\bar{x}' - \bar{x}''$	$n = N' + N'' - 2$	$S(x_i' - \bar{x}')^2 + S(x_i'' - \bar{x}'')^2$	t
1. Kontrolle:												
Impfung mit Bakterien	3,434	41	371,96	3,567	3,757	22	327,63	2,349	16,063	36	1687,03	7,141
Impfung mit Pilz	2,429	40	311,95	2,654 n = 40	4,157	22	378,83	2,417 n = 22	14,286	34	2204,91	5,188 n = 35
Gleichzeitige Impfung mit Bakterien und Pilz	3,143	40	330,22	3,339 { P = 0,001 t = 3,551 { P = 0,01 t 2,704 { P = 0,05 t 2,021	2,357	22	391,23	1,347 { P = 0,01 t = 2,819 { P = 0,05 t = 2,074	13,358	34	1693,38	5,531 { P = 0,001 t = 3,592
2. Kontrolle:												
Impfung mit Bakterien	3,143	40	242,59	3,898					8,608	36	992,36	4,874
Impfung mit Pilz	2,357	40	280,51	2,718					6,965	36	841,00	4,285
Gleichzeitige Impfung mit Bakterien und Pilz	2,714	40	208,86	3,626					8,536	36	940,91	4,963

dingungen sowohl das Bakterium als auch der Pilz wirksam ist, wobei die durch Impfung mit dem ersten Organismus hervorgerufene Erhöhung der Engerlingsmortalität im großen und ganzen größer ist als diejenige, welche nach Impfung mit dem letzten Organismus erreicht wurde. Ein additiver Effekt konnte nach gleichzeitiger Behandlung mit beiden Organismen nicht festgestellt werden.

Die Unterschiede im Engerlingsbesatz zwischen den unbehandelten und behandelten Freilandparzellen wurden statistisch mit Hilfe der t-Verteilung geprüft (siehe LINDER, 1945, S. 43 ff. und 53 ff.). Die Ergebnisse liegen in Tab. 6 vor. Es ist ersichtlich, daß sämtliche für den Versuch in Alle berechneten t-Werte weit außerhalb der Sicherheitsschwelle liegen. Die Wirkung der pathogenen Mikroorganismen kann in diesem Fall mithin als gesichert gelten. Als gesichert kann ferner die Wirkung der Bakterien bzw. des Bakterien-Pilzgemisches in dem in Güttingen angelegten Feldversuch betrachtet werden, während die t-Werte, welche sich für die mit Pilz allein geimpften Parzellen dieses Versuchs berechnen lassen, als deutliche Hinweise auf wesentliche Unterschiede im Engerlingsbesatz zwischen unbehandeltem und behandeltem Boden aufgefaßt werden können. Das letzte gilt auch von den t-Werten, welche für die mit Bakterien bzw. Pilz allein geimpften Freilandparzellen in Oberwil erhalten wurden. Dagegen liegt der t-Wert für die an diesem Ort mit Bakterien-Pilzgemisch geimpfte Parzelle innerhalb der Sicherheitsschwelle. Der entsprechende Unterschied im Engerlingsbesatz ist mithin statistisch nicht gesichert. Es mag sich nur um einen zufälligen Unterschied handeln.

In Güttingen wurden bei der ersten Kontrolle aus den verschiedenen Freilandparzellen Erdproben mit lebenden Engerlingen genommen. Die Mortalität der Larven in der aus den geimpften Parzellen stammenden Erde wurde sodann mit derjenigen in der Erde der unbehandelten Parzellen unter den für die Laboratoriumsversuche gewählten experimentellen Bedingungen (siehe oben sowie WIKÉN und WILLE, 1953; WILLE und WILDBOLZ, 1953) verglichen. Die Ergebnisse, welche in Tab. 7 aufgeführt sind, zeigen eindeutig, daß die Engerlingspopulationen der geimpften Freilandparzellen in der entsprechenden Erde auch unter Laboratoriumsbedingungen durch eine wesentlich höhere Mortalität gekennzeichnet sind als die Populationen der unbehandelten Parzellen. Dabei bleibt sogar die Abstufung

Tabelle 7. Mortalität der Engerlinge von *Melolontha melolontha L.* in der Erde der Freilandparzellen in Güttingen unter Laboratoriumsbedingungen. Erdproben und Larven von der ersten Kontrolle (15. 9. 53; vgl. Tab. 5 und 6)

Behandlung der Freilandparzellen	Aufbewahrungszeit im Laboratorium in Tagen									
	0		25		36		47		63	
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot
Impfung mit Bakterien	15	0	6	9	1	14	0	15	—	—
Impfung mit Pilz	15	0	11	4	8	7	8	7	6	9
Gleichzeitige Impfung mit Bakterien und Pilz	15	0	12	3	8	7	5	10	3	12
Unbehandelt (1)	15	0	13	2	13	2	13	2	13	2
Unbehandelt (2)	15	0	13	2	11	4	11	4	11	4

der Mortalität die gleiche wie im Freilandversuch, indem die größte Mortalität in der mit Bakterien allein und die kleinste in der mit Pilz allein geimpften Erde festgestellt werden konnte.

Aus Tab. 8 geht die Virulenz hervor, welche unter Laboratoriumsbedingungen die Bakteriensuspension kennzeichnete, die, wie oben beschrieben, nach Herstellung mit Hilfe der Massenkulturtechnik von Kluyver in der von Wikén und Wille (1953) vorgeschlagenen synthetischen Nährlösung für die diesjährigen Freilandversuche zur Verwendung kam. Zum Vergleich

Tabelle 8. Erhöhung der Mortalität der Engerlinge von *Melolontha melolontha* L. durch Impfung der Erde mit pathogenen Bakterien (Gemisch von Sporen und vegetativen Zellen) aus synthetischem Substrat. Impfmaterial aus der in den Feldversuchen verwendeten Bakteriensuspension

Behandlung der Erde	Zeit in Tagen																	
	0		11		28		36		47		61		77		88		103	
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot
Geimpft	25	0	21	4	17	8	17	8	12	13	10	15	6	19	5	20	3	22
Ungeimpft	25	0	25	0	24	1	24	1	22	3	21	4	18	7	18	7	18	7

Tabelle 9. Erhöhung der Mortalität der Engerlinge von *Melolontha melolontha* L. durch Impfung der Erde mit pathogenen Bakterien (Gemisch von Sporen und vegetativen Zellen) aus synthetischem Substrat (Wikén und Wille, 1953, S. 269)

Behandlung der Erde	Zeit in Tagen											
	0		23		35		51		66		78	
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot
Geimpft	12	0	12	0	8	4	3	9	2	10	2	10
	12	0	11	1	10	2	7	5	5	7	3	9
	12	0	11	1	8	4	5	7	3	9	2	10
	12	0	11	1	8	4	5	7	5	7	4	8
	12	0	12	0	11	1	5	7	4	8	3	9
	12	0	10	2	7	5	3	9	2	10	—	—
Ungeimpft	12	0	12	0	11	1	9	3	9	3	8	4

Tabelle 10. Erhöhung der Mortalität der Engerlinge von *Melolontha melolontha* L. durch Impfung der Erde mit pathogenen Bakterien (Gemisch von Sporen und vegetativen Zellen) aus synthetischem Substrat (Wikén und Wille, 1953, S. 270)

Behandlung der Erde	Zeit in Tagen																	
	0		14		23		34		43		51		63		75		85	
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot
Geimpft	12	0	12	0	10	2	10	2	9	3	8	4	6	6	5	7	5	7
	12	0	10	2	9	3	9	3	9	3	9	3	8	4	7	5	5	7
Ungeimpft	12	0	12	0	11	1	11	1	11	1	11	1	11	1	11	1	11	1

werden in Tab. 9 und 10 Daten von zwei früheren Laboratoriumsversuchen mit Bakterien aus Schüttelkulturen auf dem gleichen Substrat angeführt. In diesen Experimenten wurde die gleiche Impfmenge benutzt wie in den Feldversuchen von Güttingen und Oberwil (75×10^6 Sporen pro 15 cm² oder 50×10^9 Sporen pro m²).

Tab. 11 und 12 zeigen die Erhöhung der Engerlingsmortalität, welche durch Impfung der Erde mit dem pathogenen Pilz in typischen Laboratoriumsversuchen erzielt wird. Die Impfmenge war in diesen Fällen bedeu-

Tabelle 11. Erhöhung der Mortalität der Engerlinge von *Melolontha melolontha* L. durch Impfung der Erde mit pathogenem Pilz (Gemisch von Konidien und Myzel) aus synthetischem Substrat

Behandlung der Erde	Zeit in Tagen																			
	0		16		26		42		52		60		71		83		93		107	
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot
Geimpft	12	0	12	0	12	0	10	2	8	4	7	5	6	6	5	7	5	7	4	8
Ungeimpft	12	0	12	0	11	1	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2

Tabelle 12. Erhöhung der Mortalität der Engerlinge von *Melolontha mololontha* L. durch Impfung der Erde mit pathogenem Pilz (Gemisch von Konidien und Myzel) aus synthetischem Substrat

Behandlung der Erde	Zeit in Tagen													
	0		12		21		28		36		44		55	
	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend	tot
Geimpft	12	0	11	1	7	5	3	9	0	12	—	—	—	—
	12	0	10	2	9	3	6	6	4	8	2	10	2	10
	12	0	9	3	8	4	6	6	6	6	4	8	2	10
Ungeimpft	12	0	12	0	11	1	11	1	10	2	10	2	10	2

tend größer als in den Freilandversuchen, indem sie 75×10^6 Pilzkonidien pro 15 cm² oder 50×10^9 Konidien pro m² betrug. Wie bereits erwähnt, wurde die Impfung in Güttingen, Oberwil und Alle mit 15×10^9 und, bei gleichzeitiger Impfung mit Bakterien, sogar mit nur $7{,}5\times10^9$ Konidien pro m² durchgeführt.

VII. Zusammenfassung

Aus kranken Engerlingen von *Melolontha melolontha* L. wurde eine große Zahl von Bakterien und Pilzen isoliert, welche in Infektionsversuchen im Laboratorium als Krankheitserreger bei den erwähnten Larven wirksam sind. Die Möglichkeit einer praktischen Engerlingsbekämpfung durch Impfung des Bodens mit solchen pathogenen Mikroorganismen wurde im Sommer und Herbst 1953 in Freilandversuchen geprüft.

Die morphologischen und physiologischen Eigenschaften des in den Feldversuchen verwendeten Bakterien- bzw. Pilzstamms (Abb. 1—5;

Tab. 1—2) sowie das Vorkommen dieser Mikroorganismen in den Geweben des Engerlings von *Melolontha melolontha* L. (Abb. 6—11) und der Habitus der kranken und toten Larven (Abb. 12—13) werden kurz beschrieben. Ferner wird die Technik erwähnt, welche bei der Herstellung der Massenkulturen der pathogenen Bakterien bzw. Pilze für die Impfung der Freilandparzellen zur Verwendung kam (Abb. 14—15).

Die Wirksamkeit des Bakterien- bzw. Pilzmaterials (Gemische von Sporen und vegetativen Zellen bzw. Konidien und Hyphen), berechnet nach der Formel von Abbott, schwankt in den Feldversuchen zwischen 41,8 und 59,4% bzw. 33,7 und 65,6%. Nach gleichzeitiger Impfung mit beiden Organismen konnte eine Wirksamkeit von 37,5 bis 49,3% festgestellt werden. Die durch Behandlung mit pathogenen Bakterien hervorgerufene Erhöhung der Engerlingsmortalität war im großen und ganzen größer als diejenige, welche nach Impfung mit dem pathogenen Pilz erreicht wurde (Tab. 5). Die Versuchszeit betrug 7—15 Wochen. Die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse der Versuchsgebiete werden angeführt (Tab. 3—4).

Die Unterschiede im Engerlingsbesatz zwischen den unbehandelten und behandelten Freilandparzellen wurden ferner statistisch mit Hilfe der t-Verteilung geprüft (Tab. 5—6). Es stellte sich heraus, daß von insgesamt 15 Unterschieden nur einer als statistisch nicht gesichert betrachtet werden muß. Es handelt sich dabei um eine Parzelle, welche mit einem Bakterien-Pilzgemisch geimpft worden war.

Versuche, welche unter Laboratoriumsbedingungen mit Erdproben und Engerlingen aus behandelten und unbehandelten Freilandparzellen angesetzt wurden, zeigten eindeutig, daß die Larvenmortalität in den ersten Proben wesentlich größer ist als in den letzten (Tab. 7).

Zum Vergleich werden Daten angeführt, welche die Größe der Mortalitätserhöhung beleuchten, die durch Impfung der Erde mit pathogenen Mikroorganismen unter Laboratoriumsbedingungen erzielt werden (Tab. 8—12).

Résumé

Un certain nombre de souches bactériennes et de champignons entomophytes, isolées de vers blancs malades de *Melolontha melolontha* L., se sont révélées, en laboratoire, pathogènes pour les larves de ce ravageur. La possibilité d'une utilisation pratique de ces microorganismes, par infection du sol, a fait l'objet d'essais en plein air durant l'été et l'automne 1953. Le présent travail résume les résultats obtenus.

On y décrit tout d'abord brièvement les caractères morphologiques et physiologiques de la souche bactérienne et de la souche du champignon soumis à l'expérimentation (Fig. 1—5, Tab. 1—2), leur action sur les tissus du ver blanc de *Melolontha melolontha* (Fig. 6—11), l'aspect des larves malades et mortes (Fig. 12—13), ainsi que la technique utilisée pour la culture massive de ces deux souches (Fig. 14—15).

L'efficacité du traitement, calculée d'après la formule d'Abbott, a varié de 41,8 à 59,4% dans les parcelles traitées avec les bactéries, de 33,7 à 65,6% dans les parcelles traitées avec le champignon (mélange de spores et de cellules végétatives, respectivement de conidies et hyphes). Après infection simultanée du sol avec les deux microorganismes, on a enregistré une efficacité de 37,5 à 49,3%. L'augmentation de la mortalité obtenue avec la bactérie pathogène a été, dans l'ensemble, plus élevée que celle

déterminée par le champignon (Tab. 5). La durée de l'essai fut de 7—15 semaines et les tableaux 3—4 indiquent, pour cette période, les conditions de température et de pluviosité des régions où ces expériences ont été conduites.

Les différences de densité des vers blancs, dans les parcelles traitées et non traitées, ont fait l'objet d'une analyse statistique avec le test t (Tab. 5—6). Il en ressort que, dans un seul cas sur quinze, la différence n'est pas significative. Il s'agit d'un essai dans lequel le sol a été infecté avec un mélange de bactéries et de champignons. Des essais poursuivis dans les conditions du laboratoire, avec des échantillons de terre et des vers blanc prélevés huit semaines après l'infection dans les parcelles traitées et non traitées, ont montré que la mortalité larvaire était nettement plus grande dans les premières que dans les secondes (Tab. 7).

Les tableaux 8—12 indiquent, à titre de comparaison, quelle a été, en laboratoire, l'amplitude de l'augmentation de la mortalité après infection de la terre avec les microorganismes pathogènes.

Die vorliegende Arbeit gehört in den Rahmen der Untersuchungen über mikrobiologische Engerlingsbekämpfung, welche durch einen Beitrag der Fritz Hoffmann-La Roche-Stiftung sowie durch einen Kredit der Eidg. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil, unterstützt wurden. Nunmehr werden diese Untersuchungen mit Hilfe eines Kredits aus der Eidg. Volkswirtschaftsstiftung weitergeführt. Den zuständigen Behörden sprechen wir unseren herzlichsten Dank aus.

Die meteorologischen Daten verdanken wir der Eidg. Meteorologischen Zentralanstalt, Zürich.

Literaturverzeichnis

Brown, A. W. A.: Insect Control by Chemicals. New York 1951.

„Difco Manual". Detroit, Mich. 1953.

Kahlfeld, F., und Wahlich, A.: Bakteriologische Nährboden-Technik. Berlin 1929.

Kern, F.: Untersuchungen an *Amphimallus solstitialis* L. mit Versuchen zur bakteriologischen Bekämpfung von Engerlingen. Diss. ETH, Zürich 1950.

Linder, A.: Statistische Methoden. Basel 1945.

Romeis, B.: Mikroskopische Technik. München 1948.

Schaeffer, A. B., and Fulton, M. D.: A simplified method of staining endospores. Science *77*, 194, 1933.

Schneider-Orelli, O.: Entomologisches Praktikum. Aarau 1947.

Schopfer, W. H.: Plants and Vitamins. Waltham, Mass. 1949.

Skinner, C. E., Emmons, C. W., and Tsuchiya, H. M.: Henrici's Molds, Yeasts and Actinomycetes. New York 1947.

Stokes, J. L., and Woodward, C.: Formation of tyrothricin in submerged cultures of *Bacillus brevis*. J. Bact. *46*, 83, 1943.

Wikén, T.: Über aktuelle Fragen der landwirtschaftlichen Bakteriologie und Gärungsbiologie. Schweiz. Landw. Monatshefte, XXIX. Jahrg., 118, 1951.

Wikén, T., und Wille, H.: Über den Wuchsstoffbedarf eines sporenbildenden, für den Engerling von *Melolontha vulgaris* Fabr. pathogenen Bakteriums. Zbl. Bakt. II. Abt. *107*, 259, 1953.

Wille, H.: Untersuchungen an einigen häufig auftretenden Engerlingskrankheiten. Autorref. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *25*, 146, 1952.

Wille, H., und Martignoni, M. E.: Vorläufige Mitteilung über einen neuen Krankheitstypus beim Engerling von *Melolontha vulgaris* F. Schweiz. Z. allg. Path. Bakt. *15*, 470, 1952.

Wille, H., und Wildbolz, Th.: Beobachtungen über die Eiablage des Maikäfers und die Entwicklung des Engerlings im Laboratorium. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *26*, 219, 1953.

Aus dem Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem, Abt. Holzschutz

Beiträge zur Kenntnis der *Dendroctonus*-Arten in Guatemala

Von

Günther Becker

Mit 20 Abbildungen

Inhalt: I. Die Tiere: 1. Die aufgefundenen Arten, 2. Größe und Aussehen von *Dendroctonus adjunctus* Bldf., 3. Beschreibung einiger zu *Dendroctonus mexicanus* Hopk. gerechneter Käfer. — II. Das Fraßbild: 1. Käfereinbohren und Baumreaktion, 2. Die Fraßgänge von *Dendroctonus adjunctus* Bldf., 3. Das Fraßbild der anderen Arten. — III. Beobachtungen über die Lebensweise: 1. Brutbaumwahl, Einbohren und Mutterganganlage bei *Dendroctonus adjunctus* Bldf., 2. Eiablage, Larvenentwicklung und Brutenfolge bei *Dendroctonus adjunctus* Bldf., 3. Einzelne Beobachtungen an *Dendroctonus beckeri* Thatcher. — IV. Über Befallsdichte und Mortalität: 1. Befallsdichte bei *Dendroctonus adjunctus* Bldf., 2. Mortalität bei *Dendroctonus adjunctus* Bldf., 3. Befallsdichte und Mortalität bei *Dendroctonus valens* Le C. und *Dendroctonus beckeri* Thatcher. — V. Feinde und Parasiten: 1. Coleopteren, 2. Sonstige Räuber und Parasiten, 3. Vögel. — VI. Zusammenfassung. — VII. Literaturverzeichnis.

An früherer Stelle (1951) war in dieser Zeitschrift ein Bericht über Ausdehnung und Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala gegeben worden. Hier sollen verschiedene Einzelangaben über die Schädlinge, ihr Fraßbild, ihre Lebensweise, ihre Mortalität und ihre Feinde und Parasiten folgen, soweit darüber in der kurzen Zeit des Aufenthaltes in Guatemala im Auftrag der Food and Agriculture Organization (FAO) der Vereinten Nationen (UN) von Anfang März bis Ende Mai 1951 Beobachtungen angestellt werden konnten.

Arbeitsvoraussetzungen, Waldverhältnisse in den Gebirgen Guatemalas sowie Umfang und Eigenart der dortigen *Dendroctonus*-Gradationen sind in dem genannten früheren Beitrag dargestellt worden. Hierauf wird verwiesen.

Außer den in der ersten Arbeit genannten Herren des Agriculturministeriums von Guatemala möchte der Verf. hier besonders allen an späteren Stellen noch benannten Kollegen danken, die durch ihr freundliches Entgegenkommen, die gesammelten Insekten zu bestimmen, eine entscheidende Voraussetzung für diese Arbeit geschaffen haben, und dem Deutschen Entomologischen Institut und seinem Direktor, Herrn Prof. Dr. H. Sachtleben, für Hilfe durch Literaturbeschaffung.

I. Die Tiere

1. Die aufgefundenen Arten

Die Artbestimmung ist bei den „Bastkäfern" der Gattung *Dendroctonus* schwierig. Das erklärt ein unterschiedliches Ergebnis der beiden Scolytiden-Taxonomen, die die Freundlichkeit hatten, die vom Verf. gesammelten Tiere zu bestimmen.

In einer ersten Veröffentlichung über die *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala (1951) waren auf Grund eigener Bestimmungsversuche (ohne Vergleichsmaterial) angegeben worden: *Dendroctonus adjunctus* Blandford als bei weitem verbreitetste und wichtigste Art; *Dendroctonus mexicanus* Hopkins und *Dendroctonus parallelocollis* Chapuis als seltenere Begleiter,

besonders in den Randgebieten des Vorkommens; *Dendroctonus valens* Le Conte als weniger gefährlicher Schädling.

Prof. T. O. THATCHER, Fort Collins, Col., U.S.A., kam zu folgendem Ergebnis: die weitaus vorherrschende Art ist *Dendroctonus adjunctus* Bldf.; für *Dendroctonus mexicanus* Hopk. und *D. parallelocollis* Chap. ergibt sich auch nach seinen Bestimmungen ein sehr seltenes Vorkommen (zumindest in der Beobachtungszeit). Neben *D. valens* Le C., dieser von Kanada bis Mittelamerika verbreiteten großen Art, gibt es in Guatemala eine ihr ähnliche neue Art, die er als *Dendroctonus beckeri* beschrieben hat. (T. O. THATCHER 1954).

Prof. Dr. K. E. SCHEDL, Bodensdorf i. Kärnten, Österreich, bezeichnet die für *D. mexicanus* und die kleineren der für *D. parallelocollis* angesprochenen Tiere als zu *D. adjunctus* gehörig. Nach seiner Bestimmung ist dies die einzige kleinere *Dendroctonus*-Art in Guatemala. Einzelne (vom Verf. für *D. parallelocollis* gehaltene) z. T. sehr große Tiere eines Fundortes ganz im Westen Guatemalas hat K. E. SCHEDL nach Vergleich mit der *D. parallelocollis*-Type im Britischen Museum in London als *Dendroctonus approximatus* Dietz determiniert.

Zweifelsfrei steht also fest, daß *Dendroctonus adjunctus*, von BLANDFORD 1897 aus Guatemala beschrieben, von D. A. HOPKINS treffend „Guatemala-Beetle" genannt und bisher nur für die Hochgebirge dieses Landes bekannt, der bedeutendste primäre Schädling in den *Pinus*-Wäldern des vulkanischen Hochgebirges, des Rückengebirges von Guatemala, wie K. SAPPER es nennt, (Blandfords „Quiché-mountains"), und der Sierra de la Cuchumatanes ist. Die Verbreitung dieser Art ist in einer früheren Arbeit ausführlich beschrieben worden. (G. BECKER 1951).

Unbestritten ist auch das Vorkommen von *Dendroctonus valens* Le C. („Red Turpentine Beetle"). Diese Art mit einer offenbar breiten ökologischen Anpassungsfähigkeit geht in Guatemala in tiefere Gebirgslagen hinab als *D. adjunctus*. (G. BECKER 1951.)

Dendroctonus approximatus Dietz („Colorado Pine Beetle") ist von FALL und COCKERELL (1907) *D. parallelocollis var. approximatus* (Dietz) genannt worden. Eine Bestimmung der Tiere als *D. parallelocollis* ist also nicht fernliegend. Als Verbreitungsgebiete für *D. approximatus* Dietz sind (M. HAGEDORN 1910, F. P. KEEN 1928) Colorado, Utah, Arizona und Neumexiko angegeben. Die weite räumliche Trennung des Guatemala-Fundes ist bemerkenswert. Aber HOPKINS hat (1909) bereits ein Vorkommen in den Gebirgen Mexikos hypothetisch in die Verbreitungskarte eingezeichnet, und die Verwandtschaft zu dem in Mexiko gefundenen *D. parallelocollis* („Larger Mexican Pine Beetle") ist offenbar eng. *D. approximatus* scheint in Guatemala ausgesprochen selten aufzutreten. Er wurde nahe der mexikanischen Grenze zwischen Ostuncalco und San Antonio an der Straße von Quezaltenango nach San Marcos, in 2700 m Höhe, in starken Stämmen von *Pinus rudis* Endl. aufgefunden. Die hier gesammelten Käfer, die K. E. SCHEDL zu dieser Art rechnet, sind 5,5 ... 8,5 mm lang und tiefschwarz gefärbt.

Für das Vorhandensein von *Dendroctonus mexicanus* Hopk. („Smaller Mexican Pine Beetle") sprechen eine frühere Bestimmung in Washington (J. R. JOHNSTON 1939), die Funde im benachbarten Mexiko (A. D.

HOPKINS 1909, J. P. PERRY Jn. 1952) und gewisse Fraßbilder. Einzelne der aufgefundenen Käfer weisen deutlich eingedrückte Elytren-Streifung auf, die *D. mexicanus* neben anderen Merkmalen von *D. adjunctus* unterscheidet. Die verschiedene Beurteilung dieser Tiere, die zu *D. mexicanus* gerechnet werden, ist an späterer Stelle erwähnt. Diese Art wurde vom Verf. lediglich an einigen Stellen im Departamento El Quiché und im benachbarten Teil des Departamentos Totonicapán am nördlichen Abfall des vulkanischen Rückengebirges, außerhalb des Hauptverbreitungsgebietes von *D. adjunctus*, in *Pinus pseudostrobus* Lindl. gefunden. Ein weiterer, einzelner Fund in *Pinus rudis* Endl. liegt aus der Sierra de las Cuchumatanes vor, doch zeigt dieses Tier einige abweichende, *D. adjunctus* nahekommende Merkmale.

Die neue Art aus Guatemala, *Dendroctonus beckeri* Thatcher, die — wie gesagt — *D. valens* Le C. ähnelt, ist neben dem paläarktischen *D. micans* Kug., dem nearktischen, im Osten Nordamerikas vorkommenden *D. terebrans* Ol. und dem in ganz Nordamerika (A. D. HOPKINS 1909), in Mexiko (J. R. PERRY Jn. 1952) und in Guatemala (W. F. H. BLANDFORD 1897, G. BECKER 1951) verbreiteten *D. valens* Le C. die vierte der großen Arten, deren Larven gemeinsame großflächige Fraßkammern erzeugen. T. O. THATCHER stellt in seiner Neubeschreibung *D. beckeri* in die Nähe von *D. rufipennis* Kby. und *D. murrayanae* Hopk. in die Sparte $IICa^4b^4c^3$ des HOPKINSschen Schemas ("Synopsis of adult characters"). Danach steht *D. beckeri* der europäischen Art *D. micans* systematisch näher als der amerikanischen Art *D. valens*. Auf eine Beschreibung der neuen Art kann hier verzichtet werden, da sie durch T. O. THATCHER eingehend erfolgt ist.

2. Größe und Aussehen von *Dendroctonus adjunctus* Bldf.

Da die Beschreibung der Käfer von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. seinerzeit anhand weniger Exemplare durchgeführt und diese Art seitdem nicht mehr bearbeitet worden ist, verlohnt sich die Zusammenstellung einiger Eigenschaften der in Guatemala gesammelten Tiere. Die Larven (Abb. 1) waren bisher nicht bekannt. Von ihrer Beschreibung wird hier aber abgesehen, da es dem Verf. an Larven anderer Arten als Vergleichsmaterial fehlt.

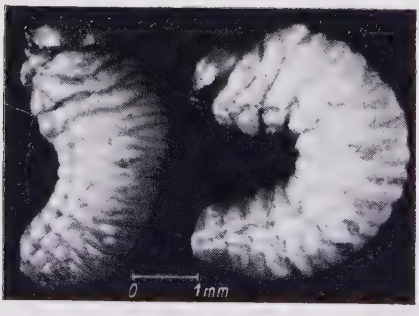


Abb. 1. Larven von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. (Aufn.: M. Gersonde, MPA Berlin-Dahlem)

W. F. H. BLANDFORD hat *D. adjunctus* 1895 nach zwei Exemplaren folgendermaßen beschrieben:

"Long. 4.6—5.3 millim.

"Oblong, less elongate than *D. parallelocollis*, slightly depressed, piceous-black, with apex of elytra lighter. Median segment of epistoma shorter than the lateral segments, its sides very oblique and elevated, its apical border concave; front covered with close granules and punctures, with an interrupted median impressed line deepest at its junction with a slight transverse subocular impression; vertex finely punctured; antennae piceous, the scape with rounded club, second joint of funiculus scarcely longer

than first, club transverse oval, its sutures curved toward apex. Prothorax more transverse than in *D. parallelocollis,* constricted in front, the apical emargination and basal bisinuation distinct; surface impressed behind apex and somewhat flattened, shining, the punctures sparse and not strong, the median line obsolete. Elytra feebly striatopunctate, shining, except at the closely granulate base, with somewhat scattered granules, obsolete on the declivity, interstices with rows of distinct long dark hairs from middle to apex, the first with a single series of stronger granules. Legs piceous."

A. D. HOPKINS betont 1909 den taxonomischen Wert der von BLANDFORD herausgestellten unterschiedlichen Merkmale von *D. adjunctus* gegenüber *D. mexicanus* und *D. parallelocollis.* Er enthält sich aber einer Einordnung von *D. adjunctus* in seine Bestimmungsschlüssel und sein Aufteilungsschema der Gattung. — J. A. ALVARADO (1939) schreibt lediglich: "Este pequeño coleóptero en su estado alado, mide de 4 a 5 milímetros de longitud por uno y medio de grueso. Es de color pardo obscuro, casi negro. Su coloración no es constante, . . ." (Er bezeichnete übrigens die Art fälschlich als *D. frontalis.)*

Um einen Überblick über die Größe der Art zu geben, sind die Längen- und Breitenmaße von 132 in verschiedenen Befallsgebieten in Guatemala 1951 gesammelten Käfern von *D. adjunctus* in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Länge der Tiere wechselt zwischen 3,3 und 5,6 mm, die Breite zwischen 1,4 und 2,1 mm. Mittelwert ist für die Länge 4,5 mm, für die Breite 1,6 mm. Die meisten Tiere sind 4 . . . 5 mm lang und 1,6 . . . 1,9 mm breit. Das Verhältnis von gesamter Körper-Länge: Prothorax-Breite schwankt von 2,5 bis 3,5 und beträgt im

Tabelle 1. Streuung von Größenabmessungen und Größenverhältnissen der Käfer von *Dendroctonus adjunctus* Bldf.

	Abmessung in mm	3,1 ... 3,2	3,3 ... 3,4	3,5 ... 3,6	3,7 ... 3,8	3,9 ... 4,0	4,1 ... 4,2	4,3 ... 4,4	4,5 ... 4,6	4,7 ... 4,8	4,9 ... 5,0	5,1 ... 5,2	5,3 ... 5,4	5,5 ... 5,6	5,7 ... 5,8
Körper-Länge	Käfer-Anzahl	0	1	3	3	16	19	20	19	20	18	9	2	2	0
	Abmessung in mm	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
Prothorax-Breite	Käfer-Anzahl	0	1	3	8	19	22	24	25	14	7	3	1	0	0
Elytren-Breite	Käfer-Anzahl	0	1	2	2	6	18	27	24	19	17	4	5	0	0
Körper-Länge: Prothorax-Breite	Quotient	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6
	Käfer-Anzahl	1	1	7	17	25	29	26	8	4	3	2	1	3	1
	Quotient	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
Körper-Länge: Elytren-Länge	Käfer-Anzahl	0	0	0	0	4	4	35	36	27	14	9	2	3	0
Elytren-Länge: Elytren-Breite	Käfer-Anzahl	0	4	0	9	18	25	37	20	6	5	0	0	0	0

Durchschnitt 2,8. Der Quotient aus Körper-Länge: Elytren-Länge ist im Mittel 1,7, der Quotient aus Elytren-Länge: Elytren-Breite im Mittel 1,6.

Die Färbung ausgereifter Tiere ist pechschwarz. Jüngere Käfer sind braun. Der Kopf nimmt zuerst die schwarze Endfarbe an, die Flügeldecken werden zuletzt dunkel. Die langen Haare auf den Elytren und die mittellangen Haare auf dem Prothorax sind schwarz, bisweilen sehr dunkelbraun mit einem rötlichen Schein. Die Körperhaare sind auch bei noch hellbraunen Käfern bereits verhältnismäßig dunkel gefärbt.

An der Gestalt (Abb. 2) ist bemerkenswert: Der Prothorax ist im vorderen Drittel eingezogen; an seiner breitesten Stelle ist er, wie die in Tabelle 1 angeführten Messungen und die daraus errechneten Mittelwerte zeigen, etwas (um durchschnittlich 0,1 mm) schmaler als die Elytren. Daß das Abdomen nach hinten zu etwas verbreitert ist und seine größte Dicke vor dem Beginn des Flügeldeckenabsturzes erreicht, ist ein bisher nicht beachtetes Merkmal gegenüber *D. parallelocollis*, *D. approximatus* und auch gegenüber *D. mexicanus*. Die Elytren sind an ihrer Basis nicht auffallend vom Prothorax abgesetzt.

Abb. 2. *Dendroctonus adjunctus* Bldf. (Aufn.: M. Gersonde, MPA Berlin-Dahlem)

Abb. 3. Kopf von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. (Aufn.: M. Gersonde, MPA Berlin-Dahlem)

Schließlich sollen noch einzelne Merkmale der Körperabschnitte beschrieben werden.

Der Kopf (Abb. 3) ist besonders auf der Stirn, zum Scheitel hin abnehmend, mit rauhen Erhebungen und punktförmigen Einstichen versehen. Zwei dicht am Vorderrand des Kopfes befindliche Höcker und die dazwischenliegende Vertiefung sind unterschiedlich stark ausgebildet. Die weiter nach oben auf der Stirn z. B. bei *D. approximatus* vorhandenen Erhebungen mit einer Zwischenfurche fehlen bei *D. adjunctus*. Eine mediane Furche ist mehr oder weniger schwach auf dem Scheitel sichtbar, fehlt aber am vorderen Teil des Kopfes. Die epistomale Behaarung ist rötlichbraun und pinselartig auf einen schmalen mittleren Bereich beschränkt; seitlich davon befinden sich nur einzelne Haare; unterhalb der Fühlerbasis stehen nach den Seiten zu kleine Büschel hellbrauner Haare ab; Stirn und Oberseite des Kopfes sind mit kurzen dunkelbraunen, etwas nach den Seiten gekrümmten Haaren versehen.

Der Prothorax zeigt feine punktförmige Einstiche und am Vorderrand schwach ausgeprägte körnelige Erhebungen. An den Seiten stehen mittellange dunkelbraune Haare vom Körper ab. Sie sind im vorderen Viertel nach vorn, hinter der Prothorax-Einschnürung nach hinten gebogen. Daneben ist eine sehr feine hellere Behaarung erwähnenswert, die auf dem vorderen Prothorax-Teil nach rückwärts, am hinteren Rande nach vorn gerichtet ist.

Die Elytren tragen an ihrer Oberfläche keine deutlich punktförmigen Einstiche, sondern körnelige Erhebungen. Diese sind quergerichtet und besonders am Vorderrand der Flügeldecken und am Flügeldeckenabsturz in ihrer länglichen Querform deutlich ausgeprägt. Bei manchen Exemplaren sind die Erhebungen am Elytrenabfall mehr punktförmig ausgebildet. Längsstreifung ist sichtbar, aber mit Ausnahme der beiden ersten Reihen nicht ausgeprägt und nicht durch deutliche Vertiefungen oder Punkteinstiche gekennzeichnet. Die Deutlichkeit der Längsstreifung, auch der ersten Reihen, variiert individuell. (Das Fehlen von Flügeldeckenfurchen stellt *D. adjunctus* morphologisch an die Seite von *D. parallelocollis* und *D. approximatus.)* Die Körnelung der *adjunctus*-Elytren zeigt im übrigen nicht allein die schwache Längsanordnung, sondern bildet auch mehr oder weniger zusammenhängende querverlaufende, leicht gewellte Linien. Doch wechselt diese Erscheinung ebenfalls. Die Elytren sind an ihrer ganzen Oberfläche mit kurzen, sehr dünnen, hellen Haaren besetzt. Am Seitenrande stehen sie, von oben her gesehen, schräg nach hinten gerichtet ab. Zum Körperende hin werden sie etwas länger. Nach dem ersten Viertel bis Drittel der Flügeldecken beginnend und bis an deren Hinterrand reichend, sind auffallende, lange, nach hinten gerichtete, gerade Haare in Längsreihen auf jeder Flügeldecke angeordnet. Die Haare werden nach hinten zu länger und sind besonders vom Beginn des Flügeldeckenabsturzes an kräftig ausgebildet. Bei älteren Tieren sind sie auf dem Rücken meist verloren gegangen und nur noch am abfallenden Körperende vorhanden, wie es Blandfords Originalbeschreibung angibt. Auf den mittleren Reihen befinden sich etwa je 15 Haare. Die längsten von ihnen am Körperende werden bis zu 0,15 mm lang. Ein Teil der Tiere hat bis um die Hälfte kürzere Haare.

Bei dem Versuch, *Dendroctonus adjunctus* nach den Körpermerkmalen der Imagines in das Schema von Hopkins einzugliedern, muß man die Art in die Gruppe I A a^2 b^2 c^2 einordnen. Hier gehört sie wegen der schwachen Ausbildung der Elytren-Längsstreifung in die Nähe von *D. parallelocollis* und *D. approximatus;* von *D. mexicanus* ist *D. adjunctus* stärker unterschieden.

3. Beschreibung einiger zu *Dendroctonus mexicanus* Hopk. gerechneter Käfer

Unter den mitgenommenen Bastkäfern von *D. adjunctus*-Größe weichen gegenüber dieser Art 10 Exemplare von drei verschiedenen, geographisch sehr benachbarten Fundorten an den Straßen von Santa Cruz del Quiché nach Totonicapán und nach Chichicastenango (in ≈ 2400 m und in 2040 m Höhe ü. d. M.) ab. Die Tiere fielen bereits bei ihrer Einsammlung auf; sie wurden vom Verfasser nach der Beschreibung von A. D. Hopkins für *D. mexicanus* angesehen. Es waren bei diesen Funden jeweils nur einzelne Stämme von *Pinus pseudostrobus* Lindl. frisch befallen. Da an dem betreffenden Tag ein langer Weg zu bewältigen war, wurden leider nur wenige Käfer zur Bestimmung der Art aus der Rinde herausgeschnitten. Eine Rückkehr an die Fundorte war später nicht mehr möglich.

T. O. Thatcher hat diese Tiere als *Dendroctonus barberi* Hopk. bestimmt; K. E. Schedl rechnet sie zu *D. adjunctus.* Die Käfer haben zwar eindeutig kürzere Haare am Flügeldeckenabsturz als „typische" *D. ad-*

junctus-Käfer, doch liegt ein völliges Fehlen langer Haare, wie es für *D. barberi* kennzeichnend sein soll, nicht vor. Andererseits sind so deutliche, bei den 10 Käfern einheitlich ausgeprägte Merkmale vorhanden, die im Gegensatz zu den *D. adjunctus*-Eigenschaften — auch bei Berücksichtigung der Variationsbreite dieser Art — stehen, daß schon vom Verfasser eine Beschreibung als neue Art erwogen wurde, zumal im Britischen Museum keine Übereinstimmung mit einer bereits bekannten *Dendroctonus*-Art festgestellt werden konnte. Aber Dr. ANDERSON, Washington, kam nach sorgfältiger Prüfung zu dem Ergebnis, daß die ihm vorgelegten Tiere *Dendroctonus mexicanus* Hopk. sehr nahestehen: "There are only very minor differences such as could be expected in the normal variation between individuals of a single species."

Da die Beschreibung von *D. mexicanus* durch A. D. HOPKINS bisher nicht durch Angaben für Käfer anderer Fundorte ergänzt worden ist und die in Guatemala gesammelten Tiere auch nach Feststellung von Dr. ANDERSON gewisse Abweichungen gegenüber den Typen aufweisen, sollen sie trotz ihrer geringen Anzahl näher beschrieben werden.

Die Länge beträgt 3,6 . . . . 4,8, im Durchschnitt 4,3 mm, die Prothorax-Breite 1,4 . . . . 2,0, im Durchschnitt 1,7 mm. Die einzelnen Abmessungen und Größenverhältnisse der 10 untersuchten Tiere sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. Abmessungen und Größenverhältnisse von 10 Käfern von *Dendroctonus mexicanus* Hopk.

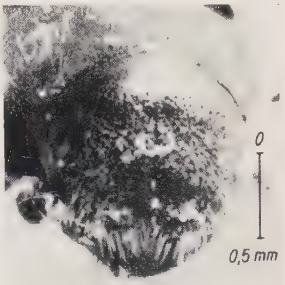
Käfer (nach Länge geordnet)	Abmessungen in mm				Körper-Länge: Prothorax-Breite	Körper-Länge: Elytren-Länge	Elytren-Länge: Elytren-Breite
	Körper-Länge	Prothorax-Breite	Elytren-Länge	Elytren-Breite			
1	3,6	1,4	2,1	1,4	2,6	1,7	1,5
2	3,7	1,4	1,8	1,4	2,6	2,1	1,3
3	3,8	1,5	2,3	1,4	2,5	1,7	1,5
4	4,2	1,6	2,2	1,6	2,6	1,9	1,4
5	4,4	1,6	2,4	1,6	2,7	1,8	1,5
6	4,5	1,9	2,5	1,8	2,4	1,8	1,4
7	4,5	1,8	2,6	1,8	2,5	1,7	1,4
8	4,6	1,8	2,6	1,7	2,6	1,8	1,5
9	4,7	2,0	2,6	1,9	2,4	1,8	1,4
10	4,8	1,8	2,9	1,8	2,7	1,7	1,6
Mittelwert	4,28	1,68	2,40	1,64	2,56	1,80	1,45

Die Färbung ist pechschwarz bis tiefdunkelbraun. (Es handelt sich einheitlich um Käfer, die ihre Brutbäume frisch befallen hatten.)

Die Gestalt der Tiere ist gestreckt; sie sind aber nicht schlank, haben einen mäßig breiten Prothorax und parallele Seitenkanten der Elytren (Abb. 4). Der Kopf ist so breit wie der vordere Prothorax-Teil. Der Prothorax ist an der breitesten Stelle von gleicher oder teilweise ein wenig (um 0,05 mm) größerer Breite als das Abdomen. (Bei *D. adjunctus* sind die nach hinten zu verbreiterten Elytren etwas breiter als der Prothorax.) Die Elytren sind im Verhältnis zur Körperlänge etwas kürzer als bei *D. adjunctus*.

Abb. 4 (links). ***Dendroctonus mexicanus*** Hopk. (Aufn.: M. Gersonde, MPA Berlin-Dahlem)

Abb. 5 (unten). Kopf von ***Dendroctonus mexicanus*** Hopk. (Aufn.: M. Gersonde, MPA Berlin-Dahlem)



Der K o p f ist grob, nach dem Hinterrande zu feiner gekörnelt. Die Medianfurche erscheint über den ganzen Kopf hin, besonders aber auf der Stirn ausgeprägt. Auf der Stirnmitte befinden sich zwei mehr oder weniger stark hervortretende Höcker mit einer dazwischenliegenden, nach oben zu deutlicheren Vertiefung. (Diese Höcker fehlen bei *D. adjunctus,* während die bei dieser Art vorhandenen Erhöhungen über dem Epistom bei *D. mexicanus* nicht vorhanden sind.) Am Vorderrande der Kopfkapsel steht eine rötlich-goldgelbe Behaarung in der ganzen Breite über den Mandibeln. Im Bereich der Körnelung ist kurze, dunkelbraune, nach vorn oder leicht nach den Seiten gerichtete Behaarung vorhanden. (Abb. 5.)

Der P r o t h o r a x ist im vorderen Drittel auf Kopfbreite eingezogen, kurz hinter der Mitte am breitesten. In der Mitte des hinteren Teiles liegt eine schwache Vertiefung. Der Prothorax ist mit feinen punktförmigen Einstichen versehen; eine schmale Medianlinie bleibt glatt. Eine sehr kurze, feine, schwärzliche Behaarung überzieht den ganzen Halsschild; an den Seiten befinden sich mittellange, feine, dunkelbraune, abstehende Haare. (Bei *D. adjunctus* sind die Haare gröber.)

Die E l y t r e n sind mit ausgeprägten, verhältnismäßig tief eingedrückten durchgehenden Längsreihen versehen. In den Vertiefungen und auf den Zwischenreihen zeigt sich feine punktförmige Körnelung, die nur zur Basis hin gröber wird. Die Elytrenbasis ist geschwungen, so daß die Flügeldecken an ihrer Berührungskante deutlich kürzer sind als in der Mitte. Die Kante der Basis ist mit kräftigen, elliptisch geformten, schräggestellten Erhebungen versehen und etwas nach oben gebogen. Die Elytren tragen eine ganz kurze, feine, teils helle, teils dunklere Behaarung, die auch, von oben gesehen, den ganzen Seitenrand säumt. Außerdem sind ungefähr von der Mitte der Flügeldecken an, also vor deren Absturz beginnend, längere Haare vorhanden, die auf den erhabenen Zwischenstreifen stehen; sie sind rötlichgelb und kürzer und dünner als die entsprechenden dunklen Haare bei *D. adjunctus.* Ihre Länge variiert individuell.

II. Das Fraßbild

Das allgemeine Fraßbild von *Dendroctonus* ist von vielen Untersuchungen an nordamerikanischen Arten her bekannt (A. D. Hopkins 1909, F. P. Keen 1936, M. W. Blackmann 1950 und andere). Zwischen den einzelnen Arten bestehen aber mehr oder weniger kennzeichnende Unterschiede, die nicht allein für die Erkennung nützlich (vgl. A. D. Hopkins), sondern zum Teil auch für die Anwendung von Bekämpfungsmaßnahmen wichtig sind. Daher soll ein Überblick über die Verhältnisse bei *Dendroctonus adjunctus* und — soweit die Beobachtungen es zulassen — auch den übrigen in Guatemala vorkommenden Arten gegeben werden.

1. Käfereinbohren und Baumreaktion

Die Käfer von *Dendroctonus adjunctus* (und auch von *D. mexicanus, D. approximatus* und *D. parallelocollis)* durchnagen die Rinde lebender Kiefern und dringen in die Bastschicht ein. Sie wählen in der festen, rauhen, bis zu 6 cm starken Rinde von *Pinus rudis* Endl. zum Einbohren die tie-

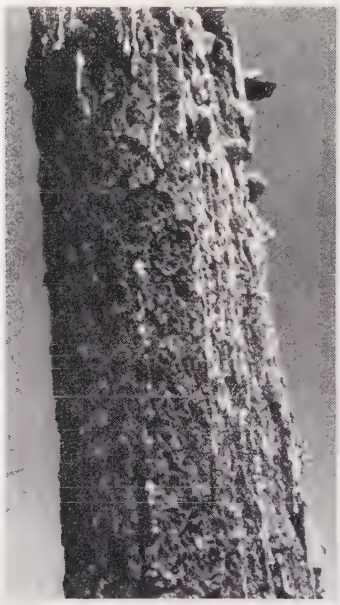


Abb. 6. Starke Harzabgabe eines von *Dendroctonus adjunctus* Blfd. befallenen gesunden Stammes von *Pinus rudis* Endl. Angriff zur Zeit der Beobachtung noch erfolglos. (Aufn.: G. Becker.)

Abb. 7. Kennzeichnendes Befallsbild von *Dendroctonus adjunctus* Blfd. an *Pinus rudis* Endl. mit frischen, noch nicht voll ausgebildeten Harzröhren, an denen z. T. die Öffnungen des Käferganges zu erkennen sind. (Aufn.: G. Becker.)

fen Spalten mit einer Rindendicke von nur 1 bis 2 cm aus. Der Baum beantwortet den Angriff mit einer heftigen Harzabgabe (Abb. 6). Dieser Ausfluß nimmt infolge der Käfertätigkeit eine bestimmte Gestalt an. An den Einbohrlöchern der Schädlinge entstehen, wie es auch für andere Arten beschrieben ist, eigentümliche Harzröhren, bis zu 5 cm lang, 1 bis 2 cm dick und rötlich-gelb gefärbt. (Abb. 7 und 8.) Sie sind zunächst nach oben gerichtet (Abb. 9 oben); später, wenn sie länger werden, verlaufen sie etwas nach unten geneigt. (Abb. 9 unten.) Nach vorn zu sind sie verjüngt. Bei erfolgreichem Eindringen sind sie anfangs mit einem offenen Kanal von Käferdicke versehen (Abb. 8 e), später ist dieser mit Bohrganginhalt der Käfer gefüllt. Beim Eindringen der ersten Käfer in gesunde Bäume läuft das Harz unterhalb der Röhren wie bei einem tropfenden Licht ab (Abb. 7). Erst wenn die Kiefern etwas geschwächt sind, entstehen

Abb. 8. Drei verschiedenartig geformte Harzröhren von ***Dendroctonus adjunctus*** Bldf. Links dieselbe Röhre a) von vorn (mit Ausflußöffnung) und b) von der Seite, e) noch offener Ausflußkanal in durchschnittener Harzröhre. (Aufn.: I. Feind, MPA Berlin-Dahlem.)

die Harzröhren, wie sie Abb. 8 zeigt. — Für *Dendroctonus mexicanus* beschreibt J. P. Perry Jn. verschiedene Röhrenform bei zwei *Pinus*-Arten.

Die kennzeichnend geformten Harzausflüsse bewahren anscheinend bis zu ung. 2 Jahren annähernd ihre Gestalt, sofern sie nicht an besonnten Stellen des Stammes etwas abschmelzen. Erst nach längerer Zeit verlieren sie Form und Farbe. Als gelbe, unregelmäßig rundliche Erhebungen bleiben sie aber noch für viele Jahre am toten Stamm erkennbar.

Von Harzausscheidungen aus anderen Ursachen, z. B. auch den durch kambiumfressende Lepidopteren-Raupen hervorgerufenen (G. Becker 1952), kann man die *Dendroctonus*-Harzröhren noch nach langer Zeit durch die beschriebene enge Öffnung im Innern, die bei gelungenem Angriff das braune, rindenfarbige Bohrmehl der Käfer enthält, unterscheiden. — *Dendroctonus valens* und *D. beckeri* Thatcher erzeugen ähnliche, aber wesentlich größere und im Verhältnis zur Breite kürzere Harzröhren. Sie treten im übrigen selten in so großer Anzahl auf, wie sie bei einer Massenentwicklung von *D. adjunctus* und ähnlichen Arten zu beobachten sind.

Abb. 9. Harzröhren von ***Dendroctonus adjunctus*** Bldf. an gesundem Stamm von ***Pinus rudis*** Endl.; in der oberen Bildhälfte nach oben gerichtete frischere, in der unteren Bildhälfte hängende, etwas ältere Röhren. (Aufn.: G. Becker.)

Für die ersten Einbohrungen in den stehenden Stamm werden von *D. adjunctus* — soweit die verhältnismäßig wenigen Fälle unmittelbar beobachteten Neubefalls verallgemeinert werden dürfen — vorzugsweise die Höhenbereiche von 3 bis 6 m gewählt. Im Bereich oder unterhalb der ersten stärkeren Kronenäste waren die Harztrichter zuerst und etwas später gehäuft zu sehen. (Abb. 7.) Ist der Baum aber geschwächt und im Absterben begriffen, so wird er anschließend ziemlich gleichmäßig dicht besiedelt, wie Auszählungen der Harzröhren (Tabelle 3) und der Käferfraß-

Tabelle 3. Anzahl und Verteilung der Harzröhren von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. in verschiedenen Höhenbereichen des Stammes von *Pinus rudis* Endl.

Höhen-abschnitt[1]) m	Anzahl der Harzröhren je Meter-Abschnitt[2]) bei verschiedenen Stämmen										im Durchschnitt			
	Mittlerer Durchmesser der Stämme im ausgezählten Höhenbereich										Anzahl berücksichtigter Stämme			
	70	48	41	39	34	34	34	34	27	18	10	9	8	5
15		29												
14		23												
13		28												
12		41												
11		31												
10	76	39				67								
9	62	31			95	81			14					57
8	63	34	20		65	74	66	19	24				46	52
7	81	28	18	34	37	78	32	14	24			38	39	50
6	82	36	13	50	47	77	18	13	19			39	38	52
5	51	41	13	34	46	85	42	7	10	7	34	37	37	47
4	31	27	18	56	67	69	56	10	5	11	35	38	35	40
3	90	19	14	48	42	82	105	9	11	18	44	47	47	49
2	45	18	9	38	63	61	41	18	22	16	33	35	35	42
Ausgezählte Mittelwerte der Stämme	64	30	15	43	58	75	51	13	16	13	36	39	40	49
Mittelwerte der Stämme je 100 cm^2 Oberfläche	2,1	1,0	0,5	1,4	1,9	2,5	1,7	0,4	0,5	0,4	1,2	1,3	1,3	1,6
Ungefähre durchschnittliche Gesamtzahl je m	460	150	65	170	200	265	180	40	40	25	—	—	—	—

[1]) Die Angabe „Höhen-Abschnitt" rechnet vom Erdboden an; z. B. bedeutet „3" den 3. Meterabschnitt von 2 bis 3 m über dem Erdboden.

[2]) Die Harzröhren wurden meterweise für je 3 fortlaufende Streifen von 10 cm Breite an drei Seiten des Stammes ausgezählt.

gänge (Tabelle 6 s. u. S. 45) zeigten. Der Befall reicht bei großen Bäumen bis in eine Höhe von ungefähr 15 m hinauf. Er findet ein natürliches Ende durch die abnehmende Rindendicke. Bereits vor der oberen, verschieden hoch befindlichen Grenze des *Dendroctonus*-Befalles setzt bei den abgestorbenen Kiefern die Besiedelung durch *Ips*-Arten ein, die bis in die dünnrindigen Äste hinaufreicht.

Dendroctonus beckeri greift die Bäume, ebenso wie es für *D. valens* und *D. terebrans* beschrieben ist, vorzugsweise nur im untersten Stammbereich bis zu etwa 2 m Höhe hin an. Auch die oberirdischen Teile der Wurzeln werden von dieser Art befallen. (Das gibt bereits J. A. ALVARADO 1939 für den großen, ihm unbekannten *Dendroctonus* an.) *D. beckeri* kann an einzelnen Stellen des Stammes gehäuft auftreten und hier dann

zusammenhängende Flächen besiedeln, während andere Teile desselben Stammabschnittes keine Käfer oder Larven enthalten. Besonders häufig ist ein sekundärer Befall im untersten Stammteil der von den anderen *Dendroctonus*-Arten angegriffenen Bäume, wie es auch J. P. Perry Jn. für Mexiko beschreibt.

Die ersten Angriffe aller Arten auf den völlig gesunden, kräftigen Baum sind für die Käfer sehr oft vergeblich. Wüchsige, junge Stämme von 20 bis 30 cm Durchmesser können bisweilen viele Hunderte von Harzausflüssen und angefangenen Käfergängen der ausgesprochen primären Arten aufweisen, ohne daß einem Tier die Anlage eines Mutterganges gelingt. (Abb. 6.) Diese können sich in dem Baum nicht behaupten und verlassen ihn entweder bald wieder oder ersticken im Harzfluß; man findet die Käfer dann außen an den Harzröhren kleben oder im Innern des angefangenen Ganges in erstarrtes Harz eingebettet. Der zweiten Käferwelle aber fällt auch der kräftigste Baum meist zum Opfer. Bei älteren, weniger wüchsigen oder harzärmeren Bäumen können jedoch schon die ersten den Stamm angreifenden Käfer erfolgreich Fraßgänge anlegen. Wahrscheinlich werden die Jahreszeit und der entsprechende Zustand des Baumes dabei mit von Einfluß sein.

Die befallenen Kiefern bleiben zunächst grün. Nur die Harzröhren zeigen den Befall in nicht zu übersehender Weise an (Abb. 6 und 7). Es konnte beobachtet werden, daß Bäume, die offenbar nach den in diesen Lagen herrschenden Klimaverhältnissen spätestens im vorhergehenden Herbst mit Erfolg befallen waren und Ende April—Anfang Mai ausgefärbte Käfer enthielten, zu dieser Zeit noch völlig grüne Nadeln trugen. Nach einem in der Zeit von März bis Mai erfolgten Neubefall sollen die Bäume nach Aussagen verschiedener Beobachter erst in der folgenden Trockenzeit ihre Farbe wechseln. Die Nadeln werden dann schlaff und verändern ihre Färbung über grüngelb in rotbraun. Sie bleiben mehrere Monate, teilweise sogar über zwei Jahre am Baum, trocknen aber allmählich ein und ändern ihre Farbe in ein schmutziggraues Braun bis fahles Graugelb. In vielen Bäumen mit rotbraunen Nadeln findet man noch lebende *Dendroctonus*-Bruten, in solchen mit graubraunen oder graugelben aber nicht mehr. — Es kann auch zum Absterben einzelner Teile eines Baumes kommen; während sich dann an diesen die Nadeln verfärben, bleibt der übrige Teil der Krone grün.

2. Die Fraßgänge von *Dendroctonus adjunctus* Bldf.

Der „typische" Fraßgang der Käfer, der „Muttergang", von *D. adjunctus* im stehenden Stamm verläuft, bei einem für sie günstigen Zustand des Brutbaumes angelegt, zunächst ein Stück von 3 bis 5 cm in waagerechter Richtung und biegt dann in recht gleichmäßigem Bogen etwa rechtwinklig meist nach oben, seltener nach unten um und wird nun in leicht gewellter Form oder auch — besonders bei dicken Stämmen — nahezu gerade in Stammrichtung fortgesetzt (Abb. 10 und 11). Die betont gerade oder nur verhältnismäßig wenig gewundene Richtung und die Seltenheit von Verzweigungen und Richtungsänderungen scheinen gute Erkennungsmerkmale für *D. adjunctus* zu sein. Bei dieser Art kommt es anscheinend nur ganz selten zu einem so geschlängelten Fraßgangverlauf, wie er beispielsweise für *Dendroctonus mexicanus* oder *D. frontalis* kennzeichnend ist.

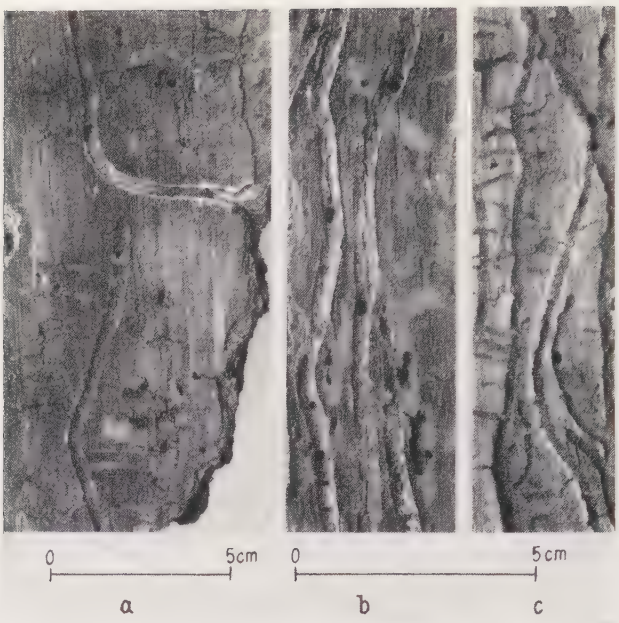


Abb. 10 (links). Fraßgänge von ***Dendroctonus adjunctus*** Bldf. in abgelöster Rinde von ***Pinus rudis*** Endl. Links: Oben rechtwinkliger Anfangsteil eines Muttergan-ges mit weißlicher Harzauskleidung; unten Spitze eines Mutterganges mit Larvengängen. Mitte: Harzumkleidete Muttergänge mit „Luftlöchern". Rechts: Muttergänge mit Larvengängen. (Aufn.: G. Becker und I. Feind)

Abb. 11 (unten). Unterschiedliche Fraßbildausprägung bei ***Dendroctonus adjunctus*** Bldf. (Rindeninnenseite von ***Pinus rudis*** Endl.) Links: Zwei gerade Muttergänge mit rechtwinkligem Anfangsteil und kurze, knäuelige Larvengänge. Rechts: Ein welliger Muttergang eines kleineren Käfers und langgestreckte Larvengänge. (Aufn.: G. Becker)

Beim Erstbefall gesunder, stark harzender Bäume verlaufen die Muttergänge auch bei *Dendroctonus adjunctus* in ihrem ersten Teil nicht waagerecht, sondern schräg bis senkrecht aufwärts.

Die Käfer vermeiden es nach Möglichkeit, einen anderen Muttergang zu kreuzen. Bei stärkerem Befall laufen daher die Gänge oft entweder parallel nebeneinander her, oder es kommt zu unübersichtlich gewundenen Gangformen. Bei sehr starkem Besatz des Stammes aber beobachtet man auch zahlreiche Überschneidungen der Muttergänge (Abb. 12).

Der Muttergang kann bis zu 1 m lang werden. Gänge von 60 bis 80 cm sind die Regel. Seine Dicke beträgt ungefähr 3 bis 4, bisweilen 5 mm. Die Muttergänge verlaufen im Kambium und der innersten Rindenschicht und schürfen den äußersten Holz-Jahrring ganz flach, so daß beim Abheben der Rinde der Fraßganginhalt meist zum größeren Teil in dieser, zum kleineren Teil am Stamm haften bleibt. Das Bild der Muttergänge

ist auf dem Holzkörper auch nach Entfernen allen Bohrmehls gut sichtbar, da die trockenen Harzausscheidungen die Käferfraßgänge als weißliche Schicht überziehen. Vor allem deren erster Teil ist infolge der hier besonders reichlichen Harzauskleidung stets sehr deutlich und auch im Lichtbild gut erkennbar (Abb. 13). Der Inhalt des Käferfraßganges, braun wie die innere Rinde, ist sehr fest zusammengepreßt und -geklebt und fällt nicht auseinander; beim Trocknen zerreißt die Walze quer in einzelne kleine Rollenabschnitte.

Abb. 12. Fraßbild von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. bei starkem Befall an der Rindeninnenseite von *Pinus rudis* Endl. (Aufn.: G. Becker)

Abb. 13. Befallsbild von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. an einem Stamm von *Pinus rudis* Endl. (Durchmesser ≈ 70 cm) nach Ablösen der Rinde. Die annähernd rechtwinkligen Anfänge der Muttergänge erscheinen infolge der Harzabscheidung hell. (Aufn.: G. Becker)

Von den Muttergängen aus sind oft Löcher in die Rinde gebohrt (Abb. 10), die sich meist nach außen hin konisch verjüngen. Nur zum Teil erreichen sie die Rindenoberfläche mit einer Öffnung. In den Fällen, wo diese Durchbohrungen bis zu Käferdicke ausgebildet sind, bleibt fraglich, ob es sich dabei lediglich um die auch bei anderen Borkenkäfern bekannten Luftlöcher handelt, ob hier Männchen den Muttergang verlassen oder die Weibchen diese Öffnungen angefertigt haben, um Männchen anzulocken, was für andere *Dendroctonus*-Arten nachgewiesen ist. Es könnten auch die Ausgänge von Cleriden sein. Deren Puppenwiegen, die eine kennzeichnende Auskleidung aufweisen, wurden allerdings an diesen Stellen nicht festgestellt; Fluglöcher von Cleriden sind es also nicht, allenfalls Öffnungen, die deren Larven zum Bohrmehlauswurf herstellen.

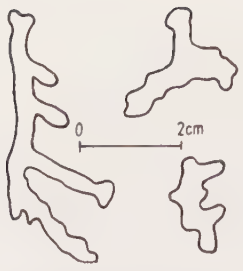


Abb. 14. Unregelmäßig geformte Mutterganganfänge von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. bei starker Harzabgabe frischbefallener kräftiger *Pinus rudis* - Bäume

Fehlgeschlagene Brutversuche bei Erstangriffen der Käfer in wuchskräftigen Bäumen mit einer für die Tiere unüberwindlich starken Harzabgabe zeigen ein kennzeichnend abweichendes Bild. Die Ganganfänge im Kambium sind in der Regel nur 5 bis 10 cm lang, sehr unregelmäßig gestaltet, oft gegabelt und anderweitig verzweigt und nach mehreren Richtungen hin ausgebildet (Abb. 14). Sie sind von Bohrmehl noch frei, enthalten aber viel erstarrtes Harz.

Die Larvengänge (Abb. 10, 11) gehen nach beiden Seiten zu annähernd rechtwinklig vom Muttergang ab, sind voneinander einige Millimeter bis etwa 2 cm weit getrennt und befinden sich etwas tiefer in der Rinde als der Muttergang. Hebt man die Borke ab, so bleiben die Larvenfraßgänge an mehreren Stellen sogar verdeckt, und die Larven selbst lassen sich oft erst nach einer Erweiterung des Ganges aus diesem herausheben. Dementsprechend prägt sich das Bild der Larvenfraßgänge auf dem Holzkörper kaum oder nicht deutlich ab. Sie verlaufen nicht gerade, sondern sind meist etwas gewunden und sehen oft knäuelig aus (Abb. 11). Auch sie weichen, wie von Fraßbildern anderer Borkenkäfer bekannt ist, einander meist aus. Doch überschneiden sie bei dichtem Besatz mit Brut nicht nur andere Larvengänge, sondern die Tiere fressen sich auch senkrecht durch Muttergänge hindurch. Die Larvenfraßgänge sind teils außerordentlich kurz, nämlich nur 2 bis 3 cm lang, teils etwas länger (Abb. 11). Im Vergleich zu den Larven der *Ips*-Arten mit ihren langen Fraßgängen kommen die *Dendroctonus adjunctus*-Larven offenbar mit einer geringeren Nahrungsmenge aus.

Larvenfraßgänge beginnen bei *D. adjunctus* im allgemeinen erst 5 bis 10 cm, meist weiter, von der Stelle entfernt, an der der Muttergang von der waagerechten in die senkrechte Richtung einbiegt; diese Anfangsstelle ist sehr unterschiedlich. (Ausnahme siehe Abb. 10 a.) Die Larvengänge sind dann meist über eine etwa 10 bis 15 cm lange Strecke des Muttergangs hin zu beobachten. Ihre Verteilung ist ungleichmäßig. Nachdem 20 bis 40 Eier gelegt sind, folgt meist eine Muttergangstrecke von wechselnder Länge ohne Larvengänge, bis die Eilegetätigkeit von neuem einsetzt. Dieser Wechsel kann sich mehrfach wiederholen.

Zur Verpuppung dringen die erwachsenen Larven tiefer in die Rinde, also nach deren Außenseite zu, ein. Die Puppenwiege wird meist 10 bis 15 mm vom Kambium entfernt angelegt. Sie liegt gewöhnlich in waagerechter Richtung, also bei stehendem Stamm im rechten Winkel zu dessen Verlauf, so daß die Puppe und der Jungkäfer mit dem Kopf zur Stammaußenseite hin gerichtet sind.

Daß die Puppen und meist auch die Larven beim Ablösen der Rinde nicht aus dieser herausfallen, wie es bei mehreren wichtigen *Dendroctonus*-Arten in Nordamerika mit anderer Fraßganganlage eintritt, ist natürlich bei Bekämpfungsmaßnahmen entsprechend zu berücksichtigen. Es gibt aber auch Abweichungen von dem beschriebenen „normalen" Larvenfraßbild. Bei Stämmen mit dünner Rinde und besonders an deren dünnsten

Stellen liegen die Larvengänge mehr im Kambium und dem Holz an und die Larven schürfen das Holz etwas tiefer, so daß die Tiere beim Ablösen der Rinde herausfallen, und auch die Puppenwiegen können dann dem Holz unmittelbar auf- oder sogar zum Teil im Holz liegen.

Die Fluglöcher, durch die die ausgefärbten Käfer die Puppenwiege und die Rinde verlassen, sind 2 bis 3 mm groß und kreisrund. Den Gang von der Puppenwiege zur Rindenoberfläche nagt der Käfer. Jedes Tier hat sein eigenes Flugloch. Gemeinsame Ausgänge mehrerer Käfer kommen nicht vor. Die in toten *Pinus*-Stämmen und besonders -Ästen lebenden *Ips*-Arten haben etwas kleinere Fluglöcher als die *Dendroctonus*-Käfer und lassen sich im allgemeinen schon äußerlich unterscheiden. Die Zahl der Fluglöcher ist, unabhängig von der Anzahl der Muttergänge in den Stammrichtungen sehr verschieden. Da aber die Klärung der Ursachen und Umweltbedingungen eine eingehendere und längere Beobachtung erfordert, als es dem Verf. möglich war, sollen hierfür keine Zahlen genannt werden.

Versucht man, *Dendroctonus adjunctus* nach seinem Fraßbild in das von A. D. Hopkins aufgestellte Klassifikationsschema der Gattung einzuordnen, so besteht kein Zweifel, daß die Art in die Division I gehört, deren Vertreter ihre Eier einzeln ablegen. Bei der Aufteilung in die Subdivisionen A und B, die sich auf den Platz der Puppenwiegen und die Eiablageform stützt, ist *D. adjunctus* — wiederum eindeutig — zur Gruppe A zu rechnen. Hier reiht sich die Art nach der Lage der Larvengänge in die Section a_2 ein. Bei der weiteren Aufteilung aber nimmt *D. adjunctus* eine Sonderstellung ein, da seine Larvengänge nicht verdeckt, aber auch nicht eindeutig frei liegen. Danach könnte man *D. adjunctus* zwischen *D. frontalis* Zimm. und *D. arizonicus* Hopk. einordnen. Mit den vorwiegend gerade verlaufenden Muttergängen und dem entsprechenden langsameren Absterben der Brutstämme aber bildet *D. adjunctus* einen Übergang zu der Subdivision I B. Man müßte also für die Guatemala-Art nach ihrem Fraßbild eine besondere Serie c^3 einführen. Nach der „Synopsis of Gallery Characters" von Hopkins wäre für *D. adjunctus* anzugeben: I A a^2 b^2 c^3 „Larval mines concealed to exposed. Egg galleries longitudinal, straight to winding (without transverse branches)".

3. Das Fraßbild der anderen Arten

Schon Hopkins hat (1909), nach Rindenstücken aus Mexiko die Muttergänge von *Dendroctonus mexicanus* und *D. parallelocollis* abgebildet. *Dendroctonus mexicanus* ist inzwischen von J. P. Perry Jn. (1951) genauer untersucht und beschrieben worden.

Die Muttergänge von *D. mexicanus* haben offenbar stets einen sehr welligen Verlauf und pendeln mehr oder weniger regelmäßig mit annähernd rechtwinkliger Richtungsänderung S-förmig von einer Seite zur anderen. Auch sie können eine Länge von $^1/_2$ Meter erreichen. Die Larvengänge sollen nach Hopkins ganz verdeckt in der Rinde liegen und sind nicht abgebildet. Ein Lichtbild von Perry aber zeigt zumindest den Anfangsteil der Larvengänge in der inneren Rinde; erst mit zunehmender Größe sollen die Larven in den äußeren Rindenschichten verschwinden. — Eigene durch Käferbestimmung gesicherte Beobachtungen über das Fraßbild fehlen,

da die zu *D. mexicanus* gerechneten Tiere an allen drei Fundstellen gerade erst gesunde Bäume frisch befallen hatten.

Der Brutgang am rechten Bildrand von Abb. 11 wurde zunächst *Dendroctonus mexicanus* zugerechnet, während die beiden anderen geraden Muttergänge mit den kurzen knäueligen Larvengängen kennzeichnend für *D. adjunctus* sind. Wie an früherer Stelle ausgeführt, bestätigte T. O. THATCHER die Bestimmung für *D. mexicanus,* während K. E. SCHEDL auch die für *D. mexicanus* angegebenen Tiere zu *D. adjunctus* rechnet; nach seinem Ergebnis muß man die in Abb. 11 wiedergegebenen Fraßgänge für Variationsextreme innerhalb der Art *D. adjunctus* halten. Ähnlich unterschiedliche Mutter- und Larvengänge hat HOPKINS früher übrigens für *Dendroctonus frontalis* Zimm. dargestellt.

Die Muttergänge von *D. approximatus* verlaufen anscheinend häufiger von oben nach unten als bei *D. adjunctus* und sind weiterhin durch ihre häufigen Verzweigungen ausgezeichnet. Immer wieder verlassen die Käfer die jeweils begonnene Richtung, gehen ein Stück zurück und setzen von hier aus den Fraßgang in der gegenüberliegenden Richtung fort. (Abb. 15.) Auch HOPKINS bildet (1909) einen mehrfach verzweigten Muttergang für *D. approximatus* ab. — Entsprechend der Körpergröße der Tiere erreichen die Muttergänge einen recht großen Durchmesser und fallen dadurch auf. Nach HOPKINS sollen die Larvengänge verdeckt in der Rinde liegen. Bei dem in Guatemala gefundenen Vorkommen waren erst Eier, aber noch keine Larven vorhanden, so daß eigene Beobachtungen fehlen.

Dendroctonus valens und *D. beckeri,* die beiden größten Arten, legen sehr breite Muttergänge an. Diese verlaufen gerade oder geschlängelt, zunächst nach aufwärts gerichtet. Stellenweise sind sie ausgebuchtet oder platzartig erweitert. (Abb. 16.) Sie sind verhältnismäßig kurz. Die Larven fressen (ähnlich dem paläarktischen *D. micans)* in der Bastschicht familienweise nebeneinander ohne Trennwände zwischen den einzelnen Gängen der Tiere. So kommt es zu flächigen Zerstörungen unter der Rinde. Das Nest. das bei diesem Platzfraß entsteht, ist rückwärts mit einer aus Harz und Larvenkot gemischten zähteigigen Masse angefüllt. Bei starkem Befall kann der ganze Raum unter der Rinde von den Fraßplätzen eingenommen sein. (Abb. 17 und 18.) Die Rinde ist dann leicht in großen Stücken abzulösen. Auch zur Verpuppung bleiben die Tiere beieinander. Sie nagen sich etwas mehr in die Rinde ein und bilden elliptische Puppenkammern in der harzigen Bohrmehlmasse aus, die aber ausgeprägte Trennwände gegeneinander haben (Abb. 18). Die Puppenwiegen können größere

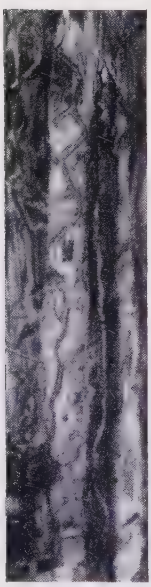


Abb. 15. Muttergang von *Dendroctonus approximatus* Dietz an einem Stamm von *Pinus rudis* Endl. von oben nach unten verlaufend (links, dunkel auf dem hellen Holzstreifen), Ende des Muttergan ges bei Aufnahme kurz vor dem unteren Bildrand; rechts daneben (hell auf dunklem Kambialstreifen) ein von unten nach oben verlaufender, schmalerer Muttergang von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. mit Ende kurz vor dem oberen Bildrand. (Auf.: G. Becker.)

Abb. 16. Muttergang-Anfang von *Dendroctonus beckeri* Thatch. an einem Stubben von *Pinus rudis* Endl. (Aufn.: G. Becker.)

Flächen bedecken, und man findet in ihnen oft Puppen bis schwarmfähige Käfer in großer Zahl nebeneinander. Beim Loslösen der Rinde fallen die Tiere leicht aus den Puppenwiegen heraus, — im Gegensatz zu den Verhältnissen bei *D. adjunctus*. — Weitere Einzelheiten können früheren Beschreibungen des Fraßbildes von *D. valens* (HOPKINS, CHAMBERLIN, BEAL und MASSEY) entnommen werden.

Abb. 17. Fraßbild von *Dendroctonus beckeri* Thatch. an der Innenseite abgelöster Rinde von *Pinus rudis* Endl. (Aufn.: G. Becker.)

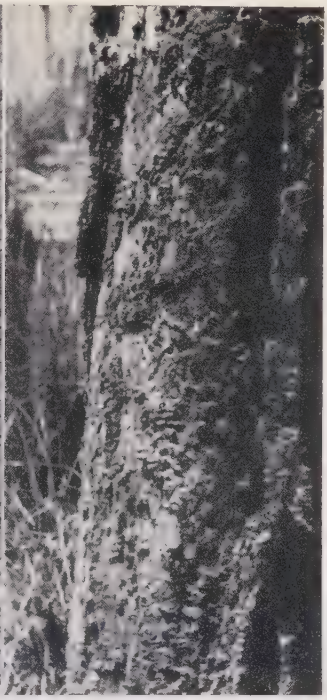


Abb. 18. Puppenkammern von *Dendroctonus beckeri* Thatch. unter der abgelösten Rinde eines von diesem Käfer abgetöteten jüngeren Baumes von *Pinus rudis* Endl. (Aufn.: G. Becker.)

Ob zwischen den Fraßbildern von *D. valens* und *D. beckeri* in Einzelheiten Unterschiede bestehen, ist unbekannt. Da die Abtrennung der neuen Art durch T. O. THATCHER erst nach Rückkehr des Verf. von Guatemala erfolgte, konnte der Frage dort nicht mehr nachgegangen werden. *D. valens* aber wurde weniger beachtet, da diese Art in Guatemala eine bedeutend geringere forstliche Bedeutung hat als *D. adjunctus* und durch viele Untersuchungen in Nordamerika gut erforscht ist.

III. Beobachtungen über die Lebensweise

Über den Lebenskreislauf von *Dendroctonus adjunctus* war außer einigen sehr allgemeinen Bemerkungen von ALVARADO bisher nichts bekannt. In Anbetracht der kurzen Beobachtungszeit des Verf. sind auch die folgenden Angaben zwangsläufig unvollständig. Sie sollen als Ergänzung zu dem über die Fraßtätigkeit bereits Gesagten nur eine vorläufige Grundlage bilden.

Dendroctonus mexicanus ist in neuerer Zeit von J. P. PERRY, Jn. (1951) untersucht worden. Eigene Beobachtungen über diese Art fehlen. *Dendroctonus approximatus* wurde nur an einem zweimal kurz besichtigten Fundort beobachtet. Über das Verhalten der neuen Art *Dendroctonus beckeri* Thatcher konnten nur einzelne Beobachtungen gesammelt werden. In großen Zügen stimmt die Lebensweise dieser Art mit der von *D. valens* überein, die hinreichend untersucht und beschrieben worden ist (A. D. HOPKINS 1909, F. P. KEEN 1928, D. DE LEON 1942, M. W. BLACKMAN 1950).

1. Brutbaumwahl, Einbohren und Mutterganganlage bei *Dendroctonus adjunctus* Bldf.

Es hat den Anschein, daß für die Wahl der Käfer bei Streubefall oder beginnender Gradation vor allem die physiologische Beschaffenheit der einzelnen Bäume, weniger aber deren Standort am Rande oder im Innern eines Bestandes, an besonntem oder schattigerem Hang ist. Mit zunehmender Massenentwicklung des Schädlings geht er aber ziemlich wahllos auf fast sämtliche *Pinus rudis*-Stämme über. An Bestandesrändern oder in lockeren Beständen bevorzugen die Tiere für ihre ersten Angriffe die Nordseite der Stämme.

In manchem unbefallenen gesunden Baum gehen dann — wie gesagt — Hunderte von Käfern zugrunde. *D. adjunctus* ist ausgesprochen primär. Abgestorbene Kiefern werden anscheinend nicht mehr neu befallen, und gefällte Fangbäume üben ihre Wirksamkeit offenbar nicht lange aus; denn in gefällten Stämmen wurde kein Neubefall beobachtet.[1]) Nur kurz nach dem Braunwerden der Nadeln der von *Dendroctonus* getöteten Bäume können diese noch von weiteren Käferwellen besiedelt werden.

Bei *Dendroctonus* gehen nach den Beobachtungen an anderen Arten die Weibchen beim Eindringen durch die Rinde in die Kambialschicht voran; die Männchen folgen später nach. Kurz nach der erfolgreichen Anlage von Muttergängen sind diese von Bohrmehl ziemlich frei; zunächst wird alles, später ein Teil von diesem hinausgeschafft. Bei einer Mutterganglänge von 10 und mehr cm trifft man fast immer außer dem meist am Ende des Ganges tätigen Weibchen ein Männchen an, das sich vorwiegend in der Nähe des Einganges aufhält. Auch bei anderen *Dendroctonus*-Arten besorgt das Männchen den Auswurf des Bohrmehls und die Freihaltung des Einganges.

Wenn der Muttergang von *D. adjunctus* eine Länge von ungefähr 15 bis 20 cm erreicht hat, wird der Eingang verschlossen, der Harzröhrenkanal ist mit Bohrmehl gefüllt und der erste Teil des Mutterganges damit fest verstopft. Im Innern bleibt zunächst eine Strecke von etwa 10, später nur von etwa 5 cm frei, in der die Käfer freie Bewegung haben. Der Zeitpunkt des Gangverschlusses und damit die unterschiedliche Länge noch offener Muttergänge dürfte mit dem Harzfluß, also mit dem Zustand des Brutbaumes zusammenhängen.

Ob die Jungkäfer von *Dendroctonus adjunctus* vor dem Erstbefall einen Reifungsfraß an neuen Stellen vornehmen, ist unsicher. Vielleicht tun sie es nur zu gewissen Jahreszeiten. Auffallend waren zahlreiche reifungsfraßähnliche Bilder, an Stubben oder unteren Teilen abgestorbener

---

[1]) F. SCHWERDTFEGER, der zu längeren Versuchen Zeit hatte, fand, daß gefällte Fangbäume selbst nicht befallen werden, wohl aber stehende Bäume in ihrer Nachbarschaft. (F. SCHWERDTFEGER 1953 und mündliche Mitteilung.)

Bäume gehäuft. Die Fraßgänge verliefen dabei nicht gerade oder wenig gewunden, sondern geschlängelt, waren oft verzweigt und zeigten Andeutungen von Platzfraß. Sehr oft waren in diesen Fällen *D. adjunctus* im Harz erstickt oder aus anderen Gründen abgestorben und dann in größerer Zahl zu finden. Hitzeeinflüsse fielen meist aus, da es sich vorzugsweise um die Schattenseite handelte, wo die Bäume länger frisch geblieben waren. Es mag sich dabei aber auch lediglich um die bereits beschriebenen Erstangriffe gehandelt haben.

2. Eiablage, Larvenentwicklung und Brutenfolge bei *Dendroctonus adjunctus* Bldf.

Die Eier werden ohne Anlage deutlicher Einischen an die Gangwände abgelegt. Der Beginn der Legetätigkeit scheint zeitlich und räumlich ungefähr mit dem Verschluß des Einganges zusammenzufallen. Doch mögen hier in Abhängigkeit von der Jahreszeit, dem Mikroklima und dem Lebensalter und Reifegrad des Weibchens größere Unterschiede möglich sein.

Ein Weibchen kann anscheinend bis 200 Nachkommen erzeugen. Eine ungefähre Durchschnittszahl könnte 120 sein. Nur einem Teil dieser Larven gelingt die volle Entwicklung zum Käfer.

Die Embryonalentwicklung dauert wahrscheinlich 2 bis 3 Wochen. Für die Larvenentwicklung scheinen — ebenfalls je nach den Wärmebedingungen — für gewöhnlich 4 bis 8 Wochen erforderlich zu sein, für die Puppenruhe einschließlich des „Vorpuppenstadiums" etwa 3 bis 5 Wochen. Bis der frischgeschlüpfte Käfer ausgefärbt ist und den Brutbaum verläßt, vergehen weitere 1 bis 3 Wochen. Die Gesamtdauer der Generation dürfte somit zwischen $2^1/_2$ und 5 Monaten schwanken. Während der im Hochgebirge nachts kalten Monate November bis Februar ist die Entwicklung sehr verlangsamt, oder sie ruht.

Nach den von März bis Mai möglichen Beobachtungen überschneiden sich die Bruten zeitlich in mannigfacher Weise. Abgesehen von einzelnen sehr dunklen Altkäfern wurden Mitte März wenige frischgeschlüpfte Imagines neben Puppen und älteren Larven, an anderen Stellen aber wiederum nur junge Larven beobachtet. Diese waren nach 1 Monat meist zu Puppen weiterentwickelt. Mitte April wurden aber auch bereits wieder Eier und junge Larven festgestellt. Die letzteren stammten wohl aus frischen Gelegen aus dem März von „überwinterten" Altkäfern. Eine einwandfreie Klärung kann natürlich nur eine längere Beobachtung erbringen. Vermutlich liegt auch hier eine ähnliche sich überschneidende Brutenfolge vor, wie sie z. B. für *Dendroctonus monticolae* bekannt ist (D. De Leon, W. D. Bedard und T. T. Terrell 1934) und auch für *D. mexicanus* beschrieben wurde (J. P. Perry, Jn. 1951). Die sehr verschiedenen groß- und kleinklimatischen Bedingungen der einzelnen Befallsstellen dürften dabei nicht wenig zu den mannigfachsten Verschiebungen des Brutzyklus beitragen. Mit dem Neubefall muß — den Höhenlagen nach wechselnd — anscheinend zumindest von Ende März bis Ende September gerechnet werden. Sicher beobachtet wurde ein Neubefall vorher gesunder *Pinus*-Stämme in der Zeit von Ende März bis Ende April.

Auch in dem einzelnen Baum können sich die Bruten überschneiden, besonders wenn es sich um stärkere Stämme an schattigen Standorten han-

delt, wo das Kambium längere Zeit frisch bleibt. So enthielten z. B. Ende April Kiefern von rd. 50 cm Durchmesser (in Brusthöhe) mit braunen, offenbar erst im Laufe der letzten Trockenzeit verfärbten Nadeln bis zu einem Meter lange, von den Weibchen verlassene Muttergänge. In einem Teil dieser vorjährigen Anlagen befanden sich an ihrem Ende noch erwachsene Larven. Daneben aber wurden zahlreiche neue Muttergänge von 10 bis 20 cm Länge mit Eiern oder ganz jungen Larven gefunden. Die dazugehörigen Imagines waren zum größten Teil sehr dunkel, also möglicherweise schon eher als im März fertigentwickelt gewesen.

Andere *Dendroctonus*-Arten verlassen nach einiger Zeit den Brutbaum und können zu einer zweiten oder gar noch einer dritten Brut an anderer Stelle schreiten. Bei *D. monticolae* HOPK. hängt die Anzahl der Bruten von der Art des Brutbaumes ab (J. C. EVENDEN 1943). Im Falle von *Dendroctonus adjunctus* wurden zwar oft Käfer im Anfangsteil des nach beiden Seiten fest verstopften Mutterganges gesehen. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um Männchen, die auch bei anderen *Dendroctonus*-Arten häufig in Bohrmehl und Harz verklebt gefunden werden. Die Weibchen aber waren nur teilweise am Ende der langen, voll ausgebildeten Muttergänge festzustellen. Es ist nicht zweifelhaft, daß sie den Fraßgang durch das am Ende befindliche Flugloch verlassen haben.

3. Einzelne Beobachtungen an *Dendroctonus beckeri* Thatcher

Ausgefärbte Jungkäfer wurden in ihren Puppenwiegen unter der Rinde in 2000 bis 2500 m Höhe bereits Anfang März gefunden. Käferflug größeren Ausmaßes war bei Quezaltenango in 2500 m Höhe in der Zeit vom 12. April an zu beobachten, nachdem die ersten, noch seltenen und kurzen Gewitterregen der nahenden Regenzeit gefallen waren. Die Tiere flogen von den späten Vormittagsstunden an, nachdem die Tageswärme erreicht war, meist in geringer Höhe bis zu 2 m über dem Erdboden. Da die Temperatur in den vorhergehenden Wochen nicht niedriger gewesen war, scheint die erhöhte Feuchtigkeit der ersten Gewitterregen der auslösende Faktor für das Massenschwärmen gewesen zu sein.

Die Käfer bohren sich, wie bereits erwähnt, nur in die unteren Stammbereiche ein; der unterste halbe Meter über dem Erdboden ist besonders bevorzugt. *Dendroctonus beckeri* wurde nur in hohen Lagen über 2400 m eingesammelt. Hier waren *Pinus rudis* Endl. und *Pinus pseudostrobus* Lindl. befallen. (Damit ist nicht gesagt, daß die Verbreitungsgrenzen dieser Art andere sind als die von *D. valens.*) *Dendroctonus valens* wurde in tieferen Lagen auch in *Pinus oocarpa* Schiede gefunden. (BLANDFORD hat [1895] *Dendroctonus valens* für Cobán in der Alta Vera Paz [1300 m] angegeben.) F. SCHWERDTFEGER hat *D. valens* ferner in *Pinus tenuifolia* Benth. und in *P. ayacahuite* Ehrenb. festgestellt. (Nach frdl. brieflicher Mitteilung.)

Beide großen *Dendroctonus*-Arten fliegen gern an frische Stubben und brüten hier regelmäßig. Sie greifen auch lebende Bäume an. Dabei bevorzugen sie aber Kiefern, die irgendwie geschwächt sind. Man findet Befall durch *D. valens* oder *D. beckeri* in einzelstehenden Bäumen mit ungünstigerer Wasserversorgung an Hängen oder mit Verletzungen, in Stämmen mit Aegeriiden-Befall und natürlich auch in Kiefern, die von *D. adjunctus* angegriffen sind.

Dendroctonus valens und *D. beckeri* sind primär, aber nicht in demselben Maße wie *Dendroctonus adjunctus* und ähnliche Arten, und in ihrem Verhalten zeigen sie alle Übergänge zu sekundären Schädlingen. — Nach seinen Untersuchungen über die Brutbaumdisposition mit Hilfe osmotischer Werte in der Rinde befallener Bäume hat G.-D. KRAEMER (1953) gefunden, daß *Dendroctonus micans* einer besonderen Schwächung des Brutbaumes weniger bedarf als andere mitteleuropäische Borkenkäfer, aber dennoch geschwächte Bäume, die er leichter bewältigen kann, bevorzugt. „Dadurch" — so schließt KRAEMER — „gewinnt das Auftreten von micans, trotz seiner Fähigkeit, primär einen Baum zu besiedeln, sekundären Charakter". *Dendroctonus valens* und *D. beckeri* dürften in ihrem Verhalten wie *D. micans* zu beurteilen sein, scheinen aber etwas mehr als diese Art zur Primärschädlichkeit zu neigen. *D. adjunctus* schließlich und seine nördlicheren Verwandten stehen im Vergleich zu den großen *Dendroctonus*-Arten eindeutig am Ende einer Stufenfolge vom Sekundär- zum Primärauftreten; denn *D. adjunctus* meidet geradezu welkes Brutmaterial wie gefällte Fangbäume, wie F. SCHWERDTFEGER feststellen konnte (s. o.), und greift regelmäßig völlig gesunde und ungeschädigte Kiefern an.

Über die Generationsdauer von *D. beckeri* konnten keine Untersuchungen angestellt werden. Es ließ sich lediglich beobachten, daß die Puppenruhe im April—Mai 9 . . . 14 Tage dauerte. — Sicherlich hat die Art mehrere Generationen im Jahr. Aus den Befunden während der Monate März bis Mai läßt sich schließen, daß es wohl zu allen Jahreszeiten verschiedene Entwicklungsstadien gibt und der Entwicklungsablauf nicht streng jahreszeitlich festgelegt ist, sondern nur gewisse Häufungen des Käferfluges (s. o.) vorkommen können.

IV. Über die Befallsdichte und Mortalität

Die Auszählungen, die den in den Tabellen 2 bis 10 zusammengestellten Angaben zugrunde liegen, wurden in einem Waldstück in der Nähe von Quezaltenango am Rande des Samalá-Tales in ≈ 2450 m Höhe durchgeführt[1]). Hier war ein an fast allen Seiten von Ackerland umgebenes, aus ≈ 600 . . . 700 Bäumen der Kiefer *Pinus rudis* Endl. (und an einem Rande einzelnen Cypressen) bestehendes Waldstück seit offenbar einigen Jahren von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. befallen. (Außerdem kam hier *Dendroctonus beckeri* Thatcher vor.) Ein Teil der toten Bäume (≈ 100) war im April 1951 bereits gefällt. Von den übrigen besaßen ≈ 550 keine oder strohgelb-graue bis rotbraune (erst vor kurzem verfärbte) Nadeln; der Rest von ≈ 50 Bäumen war noch grün, aber zum Teil ebenfalls bereits von *Dendroctonus* befallen. Der Durchmesser der Stämme betrug wenige Zentimeter bis über 1 Meter. Die *Dendroctonus*-Ausbreitung ging bereits so weit, daß sogar junge Kiefern von 5 cm Stammdurchmesser befallen waren.

An der Farbe, Form oder Abwesenheit der Nadeln, der Beschaffenheit der Harzröhren und dem Zustand der Rinde und des Holzes ließ sich der Weg des *Dendroctonus*-Befalls in diesem Waldstück ungefähr verfolgen. Ausgangspunkt war offenbar ein vor Jahren vom Sturm geworfener großer Baum mit inzwischen vermorschtem Holz gewesen. Anschließend schienen

[1]) Dabei haben die Peritos Agrónomos J. M. VELAZQUEZ und J. AGUILÁR geholfen.

zunächst mehrere ältere Kiefern befallen worden zu sein; denn ihr Zustand deutete auf ein längeres Abgestorbensein hin. Danach war die Vernichtung des Waldstückes bis an die Ränder des kleinen Bestandes, an denen sich zum Teil noch grüne Bäume befanden, fortgeschritten, und teilweise war auch hier die zeitliche Reihenfolge, in der die Kiefern abgestorben waren, recht gut zu erkennen.

Zunächst wurden alle Harzröhren und Fluglöcher der beiden unteren Meter ausgewählter stehender Stämme gezählt; der Durchmesser der Bäume wurde gemessen und ihr Zustand vermerkt. Nachdem es sich zeigte, daß Harzröhren- und Muttergangenlagen-Zahl nicht übereinstimmen, wurden auch die letzteren bestimmt. Dabei war es zweckmäßig, die infolge ihres annähernd rechtwinklig gekrümmten Verlaufes und der weißen Harzauskleidung leicht erkennbaren Muttergang-Anfänge zu zählen. Als später die abgestorbenen Bäume gefällt wurden, konnten größere Stammbereiche untersucht werden. Da es aber schwierig und z. T. auch zeitlich oder wegen der Rindenbeschaffenheit nach dem Fällen nicht möglich war, den gesamten Stammumfang zu berücksichtigen, wurden bei diesen Kiefern je 3 Streifen von 10 cm Breite oben und an beiden Seiten des liegenden Stammes ausgezählt. Das bedeutet bei der natürlichen Streuung der Gang- und Fluglochverteilung natürlich eine gewisse Ungenauigkeit und Vergröberung der Angaben. Die erhaltenen Werte genügen aber, um die gewünschten Übersichten zu gewinnen. Bei Durchsicht der Tabellen ist diese Einschränkung jeweils zu berücksichtigen.

Das Fällen der Bäume machte den ersten Meterabschnitt für eine Zählung ungeeignet. Er wurde daher ausgelassen. Da Auszählungen an stehenden Stämmen zeigten, daß zwischen den beiden ersten Meterabschnitten kein nennenswerter Unterschied in der Befallsdichte besteht, ist die Fortlassung der untersten Meter unwesentlich. Nur die Fluglochzahl pflegt hier etwas geringer zu sein als weiter aufwärts.

Die Beobachtungen an *Dendroctonus beckeri* Thatcher wurden an verschiedenen Stellen gemacht. Genauere Auszählungen waren hier nicht möglich.

1. Befallsdichte bei *Dendroctonus adjunctus* Bldf.

Beispiele für Anzahl und Verteilung der Harzröhren an Stämmen verschiedener Dicke sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Wie die Zahlen für die verschiedenen Meterabschnitte sowohl bei den einzelnen Bäumen als auch besonders beim Durchschnitt für eine Anzahl von ihnen zeigen, sind die Harzröhren in der Längsrichtung des Stammes recht gleichmäßig verteilt. Bei einzelnen Bäumen nimmt ihre Zahl nach oben hin etwas zu. Auf 100 cm² Stammoberfläche entfallen im Mittel 0,4 . . . 2,5 Harzröhren. Diese Durchschnittszahl ist offenbar von der Dicke der Bäume nicht abhängig; bei den dünnsten untersuchten war sie allerdings besonders gering. Auf den Bereich eines Meters können — je nach dem Umfang der Stämme und der Dichte der Harzröhren-Verteilung — von diesen nach den untersuchten Beispielen etwa 40 bis 440 entfallen.

Die Auszählung der Muttergänge ergibt andere Werte für die Befallsdichte, wie die in Tabelle 4 wiedergegebenen Werte zeigen. Sie waren in allen untersuchten Fällen in größerer Zahl vorhanden als die Harzröhren. Das Verhältnis beider zueinander scheint in verschiedener Stammhöhe recht einheitlich zu sein, wenn man die Beispiele der Tabelle 4 verallgemeinern darf. Dabei wechselt aber diese Verhältniszahl von Baum zu Baum zwischen 1,4 und 5,7, also recht stark.

Die ausnahmslose Überzahl der Muttergänge dürfte dadurch zu erklären sein, daß Harzröhren nur zu Beginn des Befalls entstehen, aber vom Baume nicht mehr gebildet werden, wenn dieser dafür bereits zu geschwächt, wenn auch noch fängisch ist. Da bei vielen jüngeren Bäumen die Erstan-

Tabelle 4. Zahlenverhältnis von Harzröhren zu Muttergang-anfängen von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. bei *Pinus rudis* Endl.

Mittlerer Durchmesser des Stammes cm	Ausgezählte Anzahl[1]) der Höhenbereiche in Meterabschnitten über dem Erdboden[2])	Harzröhren	Muttergang-anfänge	Zahlenverhältnis Muttergänge: Harzröhren	Mittelwerte der 2 m-Abschnitte Anzahl der Harzröhren	Muttergang-anfänge	Zahlenverhältnis Muttergänge: Harzröhren
48	2... 3	37	123	3,3	61	129	2,1
	4... 5	68	141	2,1			
	6... 7	64	149	2,3			
	8... 9	65	163	2,5			
	10...11	70	125	1,8			
	12...13	69	101	1,5			
	14...15	52	103	2,0			
41	2... 3	23	61	2,6	28	74	2,6
	4... 5	31	68	2,2			
	6... 7	31	94	3,0			
39	2... 3	86	122	1,4	87	118	1,4
	4... 5	90	120	1,3			
	6... 7	84	112	1,3			
34	2... 3	105	172	1,6	109	195	1,8
	4... 5	113	218	1,9			
34	2... 3	146	183	1,2	122	192	1,6
	4... 5	98	202	2,1			
34	2... 3	27	154	5,7	27	154	5,7
27	2... 3	33	153	4,6	33	153	4,6

[1]) Die Harzröhren und Muttergangsanfänge wurden meterweise für je 3 fortlaufende Streifen von 10 cm Breite an drei Seiten des Stammes ausgezählt.

[2]) Die Angabe „Höhen-Abschnitt" rechnet vom Erdboden an; z. B. bedeutet „3" den 3. Meterabschnitt von 2 bis 3 m über dem Erdboden.

griffe zahlreicher Käfer erfolglos sein können, doch zur Ausbildung von Harzröhren führen, gehören sicher zu mehr Muttergängen keine Harzausscheidungen, als nach deren Zahlenverhältnis der Fall sein könnte. Wahrscheinlich wird die Besiedlungsdichte mit Muttergängen nicht nur von der örtlichen und zeitlichen Käferzahl, sondern auch von der jeweiligen Austrocknungsgeschwindigkeit des Baumes abhängen.

Bevor die Befallsdichte selbst weiter untersucht wird, ist zunächst zu klären, ob die Auszählung von nur je 3 Streifen von 10 cm Breite einen einwandfreien Überblick liefert. Die Einzelwerte für die drei Stufen innerhalb eines Meterabschnittes können sowohl für Harzröhren und Muttergangsanfänge wie für die später noch zu betrachtenden Fluglöcher stark schwanken. Es können Unterschiede von 1 : 3 bis selten 1 : 4 auftreten. Meist bleibt die Streuung aber unter dem Verhältnis 1 : 2. Tabelle 5 enthält für je 3 Streifen mehrerer Stämme den Mittelwert der beobachteten Zahlen in der ganzen berücksichtigten Stammlänge. Bei einzelnen Bäumen bestehen auch Unterschiede der Durchschnittszahlen, die

Tabelle 5. Durchschnittliche Anzahl von Harzröhren, Muttergänganfängen und Fluglöchern von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. an drei verschiedenen Seiten der Stämme von *Pinus rudis* Endl. An jeder der drei Stammseiten (a, b, c) wurden Streifen von 10 cm Breite ausgezählt. Die angegebenen Zahlen sind abgerundete Mittelwerte für 1 m Stammlänge aus dem gesamten berücksichtigten Stammbereich

Mittlerer Durchmesser des Stammes	Berücksichtigte Stammlänge	Durchschnittliche Anzahl je m Stammlänge								
		Harzröhren			Muttergänganfänge			Fluglöcher		
cm	m	a	b	c	a	b	c	a	b	c
48	14	22	18	22	9	11	11	17	30	26
41	10	16	12	13	—	—	—	—	—	—
41	7	13	12	15	5	10	5	50	32	29
38	6	21	20	18	12	14	18	10	16	13
38	5	33	24	36	22	15	20	21	12	22
38	4	35	31	31	15	16	20	17	18	23
37	3	30	22	31	6	6	—	33	32	—
35	7	17	22	19	—	—	—	—	—	—
32	2	22	28	26	7	5	—	37	28	—

statistisch gesichert sind; in der Mehrzahl der Fälle aber sind die Abweichungen verhältnismäßig gering. Es ist danach nicht zu erwarten, daß man durch die Auszählung von nur 3 Streifen und die Vernachlässigung der restlichen Oberfläche ein falsches Bild von Befallsdichte und Mortalität erhält. Mehr als ein allgemeiner Überblick soll mit dem Auszählen und ihrer Auswertung ohnehin nicht gewonnen werden.

Die Verteilung der Muttergänge in der Längsrichtung des Stammes ist an einer Reihe von Beispielen aus den Tabellen 6 und 7 ersichtlich. Auch die Muttergänge sind danach (ebenso wie die Harzröhren) ziemlich gleichmäßig dicht über den Stamm verteilt. Bei einzelnen älteren Bäumen ist zwar eine gewisse Verstärkung der Befallsdichte im Höhenbereich von 5 m und etwas darüber hinaus festzustellen, — der Durchschnitt aus jeweils mehreren Stämmen (Tabelle 7) zeigt aber keine statistisch gesicherten Unterschiede und ist bemerkenswert einheitlich.

Die durchschnittliche Befallsdichte von *Pinus rudis* mit Gängen von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. wechselt bei den in der Nähe von Quezaltenango untersuchten Bäumen zwischen 1,3 und 3,9 je 100 cm² (Tabellen 6 und 7). Eine Beziehung der Besiedlungsdichte zur Stammdicke kann aus den 12 Beispielen nicht mit genügender Sicherheit gefolgert werden. Der Mittelwert der durchschnittlichen Befallsdichte ist für 5 Stämme von 26 . . . 29 cm Durchmesser (Mittelwert im untersuchten Höhenbereich) **3,2**, für 4 Stämme von 35 . . . 38 cm **2,6**, für 3 Stämme von 41 . . . 48 cm **1,6**. Danach scheint der durchschnittliche *Dendroctonus*-Befall je Stammoberflächen-Einheit in schwächeren Bäumen größer zu sein als in stärkeren. Aus der Baumbeschaffenheit wäre ein solcher Befund schwer zu erklären; eher könnte wohl der Befall der älteren Kiefern in einem früheren Abschnitt der Gradation einen Einfluß haben.

Tabelle 6. Verteilung der *Dendroctonus*-Befallsdichte[1]) an 12 verschieden dicken Stämmen von *Pinus rudis* Endl.[2]) in Abhängigkeit von der Stammhöhe

Höhen-abschnitt[3])	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
m	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.	∅ cm	A.M.
15	42	52																						
14	44	51																						
13	43	43																						
12	45	58																						
11	49	66	30	50																				
10	55	59	32	50																				
9	45	78	40	43																				
8	51	85	40	38	36	57							30	58										
7	48	82	45	34	36	48					32	50	33	56	25	72	25	57						
6	50	67	45	39	38	46	35	72			39	62	36	58	20	88	26	65	24	86	25	73		
5	49	75	45	49	40	32	32	111	35	109	42	56	37	63	25	106	28	121	27	88	26	66	24	106
4	46	66	45	34	43	36	43	107	34	93	38	64	37	67	28	84	31	92	29	102	26	75	25	132
3	50	63	47	29	44	24	38	95	45	79	42	67	36	51	30	181	31	86	26	120	29	58	27	125
2	50	60	50	51	47	37	40	77	40	104	38	55	36	47	34	168	32	48	30	128	29	63	28	108
Mittelwerte der Stämme	48	64,6	42	41,7	41	40,0	38	92,4	38	96,2	38	59,0	35	57,1	27	116,5	29	78,2	27	104,8	27	67,0	26	117,8
Mittelwerte je 100 cm² Oberfläche		2,2		1,4		1,3		3,1		3,2		2,0		1,9		3,9		2,6		3,5		2,2		3,9
Ungefähre durchschnittliche Gesamtzahl je m		330		180		170		370		380		240		210		330		240		300		190		320

[1]) Auf gleich großen Abschnitten der Stammoberfläche bestimmte Anzahl der Muttergang-anfänge = „A. M." Die Muttergang-anfänge von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. wurden meterweise für je 3 fortlaufende Streifen von 10 cm Breite an drei Seiten des Stammes ausgezählt.

[2]) Stammdurchmesser = „∅".
Unregelmäßige Stammverdickungen sind durch Astansätze bedingt.

[3]) Die Angabe „Höhen-Abschnitt" rechnet vom Erdboden an; z. B. bedeutet „3" den 3. Meterabschnitt von 2 bis 3 m über dem Erdboden.

Daß entsprechend den Verhältnissen bei anderen Arten von *D. adjunctus* ältere Bäume leichter angegriffen werden als jüngere, wurde bereits früher (1951) betont. Auch G. R. HOPPING und G. BEALL fanden in den kanadischen Rocky Mountains, daß die Wahrscheinlichkeit eines Befalls von *Pinus contorta* Dougl. durch *Dendroctonus monticolae* Hopk. mit der Stammdicke zunahm.

Tabelle 7. Durchschnittliche Befallsdichte von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. bei 12 *Pinus-rudis*-Stämmen und ihre Abhängigkeit von der Höhenlage im Stamm (Stammdurchmesser, Auszählverfahren u. a. vgl. Tabelle 6)

Höhen-abschnitt [1])	Durchschnittliche Anzahl Muttergangsanfänge je 100 cm² Stammoberfläche in verschiedenen Höhenbereichen													
	Einzelwerte der Stämme												Anzahl der berücksichtigten Stämme	Durchschnittswerte je 1 m
m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
7	2,7	1,1	1,6	—	—	1,7	—	2,4	1,9	—	—	—	6	1,9
6	2,2	1,3	1,5	2,4	—	2,1	—	2,9	2,2	2,9	2,4	—	9	2,2
5	2,5	1,6	1,1	3,7	3,6	1,9	—	3,5	4,0	2,9	2,2	3,5	11	2,8
4	2,2	1,1	1,2	3,6	3,1	2,1	—	2,8	3,1	3,4	2,5	4,4	11	2,7
3	2,1	1,0	0,8	3,2	2,6	2,2	2,5	6,0	2,9	4,0	1,9	4,2	12	2,8
2	2,0	1,7	1,2	2,6	3,5	1,8	2,6	5,6	1,6	4,3	2,1	3,6	12	2,7
Durchschnitt	2,3	1,3	1,2	3,1	3,2	2,0	2,6	3,9	2,6	3,5	2,2	3,9	—	—

[1]) Die Angabe „Höhen-Abschnitt" rechnet vom Erdboden an; z. B. bedeutet „3" den 3. Meterabschnitt von 2 bis 3 m über dem Erdboden.

Nach der Auszählung der Ganganfänge ergibt sich eine ungefähre Muttergang-Anzahl je Meter-Abschnitt von 170 bis 390. (Bei den Stämmen mit einem Durchmesser unter 30 cm ist der Höchstwert nur 330.) Bei einem angenommenen Befall bis in durchschnittlich etwa 10 m Höhe kommt man danach bei Bäumen von 25 . . . 50 cm Durchmesser zu einer Gesamtzahl von etwa 1500 . . . 4000, im Mittel von ungefähr 2500 . . . 3000 *Dendroctonus*-Weibchen. Da nicht zu allen Ganganfängen eine voll ausgebildete Galerie gehört, muß man diese Zahlen etwas vermindern. Nimmt man nur 50 Eier als Legeleistung eines Weibchens an (also etwa die Hälfte der wahrscheinlichen mittleren Eizahl), so könnten sich in einem durchschnittlich befallenen Stamm mittlerer Dicke — ganz grob gerechnet — mindestens 100 000 Jungkäfer entwickeln, falls gar keine die Brut schädigenden Umwelteinflüsse zur Wirkung kämen.

2. Mortalität bei *Dendroctonus adjunctus* Bldf.

Ein gewisser Überblick über die Sterblichkeit der *Dendroctonus*-Brut läßt sich gewinnen, wenn man außer den Muttergängen (oder — was ungenau ist — den Harzröhren) auch die Fluglöcher auszählt. Jeder junge Käfer nagt, wie beschrieben worden ist, sein eigenes Flugloch. Es kommt bei der Lebensweise von *Dendroctonus adjunctus* nicht vor, daß mehrere Jungkäfer dasselbe Flugloch benutzen. Aber nicht jedes Loch an der Stammoberfläche ist eine Flugöffnung der neuen Generation: die Altkäfer fertigen die beschriebenen Luftlöcher an, von denen ein Teil die Rindenoberfläche

an sichtbaren Stellen durchbohrt. Die im folgenden als Fluglöcher angegebenen Zahlen sind also wohl sicher zu hoch, wenn man auch berücksichtigen muß, daß andererseits „echte" Fluglöcher in und an Rindenrissen leicht beim Zählen übersehen werden können. Auf jeden Fall ist die aus den im folgenden zusammengestellten Zahlen abgelesene Sterblichkeit eher in Wirklichkeit größer als geringer.

Beim Auszählen der Fluglöcher konnten nur selten größere Baumlängen berücksichtigt werden, da weiter oben im Stamm oft *Ips*-Arten mit ihren Fluglöchern hinzukamen.

Die Anzahl der Fluglöcher in den einzelnen Höhenbereichen verschiedener Stämme ist in den Tabellen 8 und 9 und in Abb. 19 zusammengestellt. Nach diesen Beobachtungen nimmt die (wiederum an jeweils 3000 cm² Rinde je Meterabschnitt) ermittelte Fluglochzahl bei der Mehrzahl der Bäume mit der Stammhöhe bis in den Bereich von 6 . . . 8 m über dem Erdboden zu. Eine geringere Fluglochzahl im untersten Stammteil erklärt sich aus dem nach oben gerichteten Verlauf der Muttergänge.

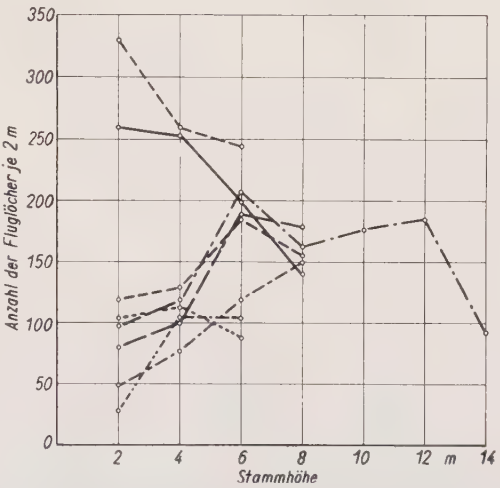


Abb. 19. Anzahl der Fluglöcher von ***Dendroctonus adjunctus*** Bldf. an 8 abgestorbenen (nicht mehr besiedelten) Stämmen von ***Pinus rudis*** Endl. in verschiedener Höhenlage

Nur zwei Stämme machen eine deutliche Ausnahme (Abb. 19, einer davon ist Stamm III der Tabelle 8), indem bei ihnen die untersten Abschnitte die meisten Fluglöcher besaßen und ihre Zahl nach oben zu abnahm. Es fällt auf, daß gerade in diesen Stämmen die *Dendroctonus*-Sterblichkeit sehr viel geringer als in den anderen untersuchten Bäumen war. Diese beiden Zahlenbeispiele reichen natürlich nicht zu allgemeinen Folgerungen über die Sterblichkeit in verschiedenen Höhenbereichen bei geringerer Mortalität aus. Bei hoher Mortalität ist diese offenbar in den untersten Stammesteilen größer als in den mittleren Bereichen. Die Durchschnittswerte für die Sterblichkeit in allen untersuchten Bäumen (Tabelle 9) zeigen keine bemerkenswerten Unterschiede in den Höhenbereichen.

Über die Verteilung der Fluglöcher in horizontaler Richtung lassen sich auf Grund der vorhandenen Zahlenangaben keine sicheren Verallgemeinerungen vornehmen. In den meisten Fällen sind die Unterschiede der durchschnittlichen Fluglochzahl und der Mortalität ziemlich gering; nur einzelne Bäume weisen stärkere Streuung in den Himmelsrichtungen auf.

Die durchschnittliche Fluglochanzahl je Oberflächeneinheit verschiedener Bäume schwankt bei den 7 untersuchten Beispielen der Tabelle 8 für je 100 cm² Stammoberfläche zwischen 1,2 und 3,7. Die Abweichungen zwischen den einzelnen Bäumen liegen also mit einem extremen Verhältnis von 1 : 3 in derselben Größenordnung wie bei den

Tabelle 8. Flugloch-Anzahl („F")[1] bei *Dendroctonus adjunctus* Bldf. und deren Verhältnis zur Anzahl der Mutterganganfänge („A. M.") in verschiedenen Höhenbereichen von *Pinus-rudis*-Stämmen (I, III, ... XIV)

Höhenabschnitt[2]	I			III			IV			V			XIII			VI			XIV		
m	F.	A. M.	F. / A. M.	F.	A. M.	F. / A. M.	F.	A. M.	F. / A. M.	F.	A. M.	F. / A. M.	F.	A. M.	F. / A. M.	F.	A. M.	F. / A. M.	F.	A. M.	F. / A. M.
15	40	52	0,8																		
14	53	51	1,0																		
13	113	43	2,6																		
12	72	58	1,2																		
11	126	66	1,9																		
10	51	59	0,9																		
9	55	78	0,7																		
8	108	85	1,3	70	57	1,2															
7	83	82	1,0	91	48	1,9										49	50	1,0			
6	124	67	1,8	108	46	2,3	60	72	0,8							55	62	0,9			
5	62	75	0,8	144	32	4,5	36	111	0,3	61	109	0,6				57	56	1,0			
4	56	66	0,8	109	36	3,0	41	107	0,4	51	93	0,5	67	96	0,7	48	64	0,8			
3	39	63	0,6	132	24	5,5	15	95	0,2	49	79	0,6	45	75	0,6	26	67	0,4	45	75	0,6
2	58	60	1,0	127	37	3,4	34	77	0,4	55	104	0,5	74	79	0,9	2	55	0,4	74	78	0,9
Mittelwerte der Stämme	74	65	1,2	112	40	3,1	37	92	0,4	54	96	0,6	62	83	0,7	40	59	0,7	60	77	0,8
Mittelwerte je 100 cm² Oberfläche	2,5	2,2		3,7	1,3		1,2	3,1		1,8	3,2		2,1	2,8		1,3	2,0		2,0	2,6	
Ungefähre Gesamtzahl je m	380	330		475	165		145	370		215	380		250	335		155	240		170	220	

[1]) Die Fluglöcher und Muttergänganfänge wurden meterweise für je 3 fortlaufende Streifen von 10 cm Breite an drei Seiten des Stammes ausgezählt.

[2]) Die Angabe „Höhen-Abschnitt" rechnet vom Erdboden an; z. B. bedeutet „3" den 3. Meterabschnitt von 2 bis 3 m über dem Erdboden.

Tabelle 9. Mittelwerte für die Zahl der Fluglöcher und durchschnittliches Verhältnis der Flugloch-Anzahl zur Zahl der Muttergänganfänge von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. in verschiedenen Höhenbereichen mehrerer Stämme von *Pinus rudis* Endl. (Einzelwerte und Erklärungen enthält Tabelle 8)

Höhenabschnitt[1]) m	Flugloch-Anzahl					Flugloch-Anzahl / Anzahl der Muttergänge				
	für 7 Stämme	für 6 Stämme	für 5 Stämme	für 4 Stämme	für 3 Stämme	für 7 Stämme	für 6 Stämme	für 5 Stämme	für 4 Stämme	für 3 Stämme
7	—	—	—	—	74	—	—	—	—	1,3
6	—	—	—	87	96	—	—	—	1,4	1,7
5	—	—	72	75	88	—	—	1,4	1,6	2,1
4	—	62	61	64	71	—	1,0	1,1	1,2	1,5
3	50	51	52	53	66	1,2	1,3	1,5	1,7	2,2
2	51	58	55	55	62	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3

Höhenabschnitt[1]) m	Mittelwerte ohne Stamm III									
	Flugloch-Anzahl					Flugloch-Anzahl / Anzahl der Muttergänge				
	für 6 Stämme	für 5 Stämme	für 4 Stämme	für 3 Stämme	für 2 Stämme	für 6 Stämme	für 5 Stämme	für 4 Stämme	für 3 Stämme	für 2 Stämme
7	—	—	—	—	66	—	—	—	—	1,0
6	—	—	—	80	90	—	—	—	1,2	1,4
5	—	—	54	52	60	—	—	0,6	0,7	0,9
4	—	53	49	48	52	—	0,6	0,6	0,7	0,8
3	36	35	32	27	32	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
2	50	45	37	31	30	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5

[1]) Die Angabe „Höhen-Abschnitt" rechnet vom Erdboden an; z. B. bedeutet „3" den 3. Meterabschnitt über dem Erdboden.

Muttergängen. Eine Beziehung zum Stammdurchmesser (der aus Tabelle 6 entnommen werden kann) besteht für diese Unterschiede in der durchschnittlichen Fluglochzahl offensichtlich nicht.

Errechnet man das Verhältnis von Fluglöchern zu Muttergängen, so zeigt sich zunächst wiederum, daß diese Zahlenwerte, die die Vermehrungsrate und die Sterblichkeit ausdrücken, im Verlaufe des einzelnen Stammes nur wenig schwanken. Dies gilt nicht nur für die Mittelwerte, die sehr wenig streuen (Tabelle 9), sondern auch für die Einzelstämme (Tabelle 8). Die Umweltbedingungen scheinen sich also auf die Entwicklung der *Dendroctonus*-Brut in allen Höhenbereichen des Stammes annähernd gleich auszuwirken. Nur der eine bereits bei der Fluglochanzahl erwähnte Stamm (III) stellt mit seiner geringen Sterblichkeit und deren Verteilung im Stammverlauf eine auffallende Ausnahme dar.

Von Baum zu Baum wechselt das Zahlenverhältnis von Fluglöchern zu Muttergängen stark, und zwar bei den 7 Beispielen der Tabelle 8 zwischen 0,4 und 3,1, also maximal wie 1 : 8. Bei Berücksichtigung weiterer Beispiele, für die keine genauen Zahlen der Muttergänge vorliegen, wären die Unterschiede noch stärker. Wie aus den Angaben in Tabelle 9 hervorgeht, ist insbesondere die Sterblichkeit in vielen Fällen größer, als die kleinste Verhältniszahl 0,4 besagt; aber auch das Beispiel mit dem Quotienten der geringsten Sterblichkeit von 3,1 stellt noch nicht die obere Grenze des Möglichen dar, obwohl es sich dabei um einen Baum mit ausgesprochen vielen Fluglöchern im Vergleich zu den meisten anderen handelte.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich eine regelmäßig sehr hohe *Dendroctonus*-Sterblichkeit. Wenn nur in den günstigsten Fällen durchschnittlich wohl etwa 10 Käfer je Muttergang den Baum wieder verlassen, so gehen bereits in diesen Stämmen mindestens 90 % der Brut zugrunde. Immerhin vervielfacht sich hier die Käferzahl von einer Generation zur anderen bedeutend, und eine Ausbreitung der Schädlinge ist möglich. Bei der weitaus überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Bäume aber liegt das Verhältnis von Fluglochzahl zur Zahl erfolgreicher Muttergänge unter 1, d. h. weniger als die Hälfte der eingedrungenen Tiere verläßt in der neuen Generation den Stamm. (Denn zu jedem Muttergang gehören ja je zwei eingedrungene Tiere.) Dabei sind noch nicht diejenigen Käfer berücksichtigt, die gegebenenfalls beim ersten Angriff auf den Baum im Harzfluß umgekommen sind. Die starken Umweltwiderstände lassen also nur in einem verhältnismäßig kleinen Teil der untersuchten Kiefern eine Erhöhung der Käferzahl von einer Generation zur anderen zu. In der Regel gehen bei Gradationen von schätzungsweise 100 000 möglichen Nachkommen je Stamm größenordnungsmäßig 99 000 zugrunde.

Die unterschiedliche Sterblichkeit in den einzelnen Stämmen hängt weder von der Dicke der Bäume, noch deren in dem Verhältnis von Muttergang- zu Harzröhrenzahl zum Ausdruck kommenden Eigenschaften ab, wie die Zusammenstellung in Tabelle 10 zeigt. Sie ändert sich vielmehr zeitlich mit der jeweiligen Teilgradation in einem Waldgebiet. Die allgemeinen, an allen Stellen sich bestätigenden Beobachtungen über die Abnahme der Fluglochzahl vom Ausgangspunkt eines Befallsherdes nach seinen Rändern hin sind im ersten Teil dieses Berichts geschildert worden. Hier sollen noch einige Zahlenbeispiele dafür gebracht werden.

Tabelle 10. Zahlenverhältnisse zwischen Harzröhren, Muttergängen und Fluglöchern von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. bei 7 Stämmen von *Pinus rudis* Endl.

Stammdurchmesser im ausgezählten Bereich in cm	Zahlenverhältnisse		
	Muttergänge / Harzröhren	Fluglöcher / Muttergänge	Fluglöcher / Harzröhren
38...32	1,4	0,6	0,9
40...26	1,6	0,6	1,0
40...35	1,7	0,4	0,8
50...42	2,1	1,2	2,5
47...36	2,7	3,1	7,5
33...30	4,6	0,8	4,9
40...35	6,8	0,7	5,5

In dem auf Seite 41 beschriebenen Waldstück bei Quezaltenango wurden 26 ältere und jüngere Kiefern ausgewählt, die offensichtlich zu verschiedenen Zeiten der *Dendroctonus*-Gradation abgetötet worden waren. Ungefähr ein Drittel der Bäume hatte keine Nadeln mehr oder nur noch ganz wenige graugelbe, und auch die Beschaffenheit der Harzröhren deutete auf einen mehrere Jahre zurückliegenden Befall; ein anderes Drittel besaß noch blaßbraune Nadeln und besser erhaltene Harzröhren, war also erst seit kürzerer Zeit tot; der Rest hatte eine Benadelung und Harzröhrenbeschaffenheit, die anzeigten, daß diese Bäume erst vor kurzem dem *Dendroctonus*-Angriff zum Opfer gefallen und noch nicht lange oder noch nicht restlos von den Käfern verlassen waren.

An diesen Bäumen wurden von den beiden untersten Metern, die ohne Fällen der Stämme erreichbar waren, Harzröhren und Fluglöcher ausgezählt. Leider war es später nicht mehr möglich, auch die Zahl der Muttergänge noch zu bestimmen. Wie die Beispiele in Tabelle 10 zeigen, kann man von dem Zahlenverhältnis Fluglöcher : Harzröhren nicht auf das Verhältnis Fluglöcher : Muttergänge, also die eigentliche Sterblichkeit, zurückschließen. Auch ist die Fluglochanzahl im ersten Meter etwas geringer als höher am Stamm. Aber die Zahlen der Tabelle 10 dürften dennoch — bei Beachtung aller Einschränkungen — ein grundsätzlich zutreffendes Bild geben.

Das durchschnittliche Verhältnis von Fluglöchern zu Harzröhren schwankt bei der ersten an Zahl kleinsten Gruppe der seit längerer Zeit abgestorbenen Bäume zwischen 5 und 43, bei der zweiten zahlreicheren Gruppe zwischen 1 und 10, bei der dritten Gruppe, zu der besonders viele Bäume gehörten, zwischen 0,2 und 1,5. Die Mittelwerte für die drei Gruppen liegen mit 20, 4,4 und 0,7 weit auseinander.

Eine Auszählung der Muttergänge hätte nicht nur höhere, sondern auch anders verteilte Werte für die Sterblichkeit in den einzelnen Stämmen ergeben. Aber die Zahlen verdeutlichen doch die im ersten Teil des Berichts dargestellten Verhältnisse: Die Mortalität ist beim Beginn einer örtlichen Teilgradation bedeutend geringer als in ihrem späteren Ablauf. Während zu Anfang ein beachtlicher Käferüberschuß die befallenen Bäume verläßt, hat die wachsende Sterblichkeit bald zur Folge, daß die Käferzahl von einer Generation zur anderen sinkt. Dadurch wird die Käferausbreitung zunehmend langsamer, und mitbedingt durch die erhöhte Käfersterblichkeit beim Erstangriff der verbliebenen meist kräftigeren Bäume — während die weniger widerstandsfähigen zuerst befallen zu werden pflegen — kommen die *Dendroctonus*-Vermehrungen wieder zum Stillstand, meist ohne große Waldflächen zu erfassen. Aber an anderen Stellen beginnt dann, wie früher beschrieben worden ist, diese Entwicklung immer wieder von neuem, so daß im Laufe der Zeit umfangreiche Schäden entstanden sind.

3. Befallsdichte und Mortalität bei *Dendroctonus valens* LeC. und *Dendroctonus beckeri* Thatcher

Der Befall durch die beiden großen *Dendroctonus*-Arten, deren Larvengänge jeweils nicht voneinander getrennt sind, zeigt nur am Fußende der Stämme, wo er bis in die stärkeren Wurzeln hineingeht, eine gewisse

Regelmäßigkeit; am Stamm ist er sehr ungleichmäßig verteilt. Er ist hier oft auf einzelne Stellen beschränkt; bisweilen reicht die zusammenhängende Zerstörungsfläche in 1 m Längsausdehnung um den halben Baumstamm herum, kann also einen oder mehrere Quadratmeter groß sein. Die Besiedelung mit Larven pflegt in den meisten Fällen sehr dicht zu sein. Größenordnungsmäßig können auf 10 cm² Befallsfläche durschnittlich 20 . . . 40 Larven vorkommen.

Angaben über die Mortalität können kaum gemacht werden, da die zur Verfügung stehende Zeit nicht ausreichte, genauere Beobachtungen darüber anzustellen. Natürliche Feinde und Parasiten scheinen so gut wie keinen Einfluß auf die Sterblichkeit der beiden Arten zu haben, da die Fraßgänge und deren Nage- und Kotinhalt so mit Harz angefüllt zu sein pflegen, daß anderen Insekten als den *Dendroctonus*-Larven das Leben darin nicht möglich ist. Der starke Harzfluß aber wird offenbar teilweise auch diesen zum Verhängnis; denn wiederholt wurden matte oder tote erwachsene Larven, im harzigen Fraßganginhalt verklebt, gefunden. In einigen Fällen wurden ausgewachsene Larven, Puppen oder frischgeschlüpfte Käfer in normal ausgebildeten Puppenwiegen ohne auffallenden Harzgehalt schlaff oder tot und verpilzt gefunden. Möglicherweise werden *Dendroctonus valens* und *D. beckeri* von Pilzkrankheiten oder Virosen befallen und haben diese einen wesentlichen Einfluß auf die Mortalität und die Gradation dieser Arten.

V. Feinde und Parasiten

In dem ersten Teil des Berichts über die *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala wurde auseinandergesetzt, daß die soeben an Zahlenbeispielen gezeigte hohe Sterblichkeit, die bei jeder der örtlichen *Dendroctonus*-Gradationen bald nach ihrem Beginn einzusetzen pflegt, entscheidend durch biotische Einflüsse mitbedingt sein dürfte. Anschließend soll zusammengestellt werden, was in der kurzen Zeit des Aufenthaltes im Lande über das Vorkommen und die Bedeutung von Feinden und Parasiten beobachtet werden konnte. — Die meisten hier genannten Insekten sind zum erstenmal in Guatemala oder Mittelamerika gefunden worden.

1. Coleopteren

Unter den räuberischen und parasitischen Insekten, die der *Dendroctonus*-Brut und den Imagines nachstellen, haben Käfer fraglos die größte Bedeutung. Wo immer man die Rinde der von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. besiedelten Kiefern ablöst, findet man räuberische Coleopteren-Larven in großer Zahl. Nur bei frischem Neubefall fehlen sie noch. Selbst wenn in weitem Umkreis nur eine einzige Kiefer oder ganz wenige Bäume von den genannten *Dendroctonus*-Arten befallen sind, fehlen die ihre Brut verfolgenden Käferlarven nicht.

Die häufigsten räuberischen Coleopteren in Guatemala sind Cleriden und Temnochiliden, die sich in besonderem Umfang als *Dendroctonus*-Vertilger betätigen. Die gefundenen Lyciden sind sehr viel seltener und sicher von geringer Bedeutung. Äußerst verbreitet sind Staphyliden. Aber weder diese noch die regelmäßig gefundenen Histeriden oder andere noch aufzuzählende Coleopteren dürften wichtige *Dendroctonus*-Feinde sein, sondern sie ernähren sich wohl in der Regel mehr von

den übrigen Insekten, die sich bald nach der Ansiedelung von *Dendroctonus* unter der Kiefernrinde in erheblicher Zahl einzufinden pflegen.

Die Cleriden- und Temnochiliden-Larven durchwühlen die *Dendroctonus*-Gänge bei der Beutesuche in allen Richtungen stark. An der Veränderung des Ganginhaltes kann man bereits ihre Anwesenheit erkennen. Sie sind sehr beweglich und verkriechen sich rasch, wenn sie beim Ablösen der Rinde freigelegt werden. Bewahrt man Rindenstücke mit und ohne Cleriden- und Temnochiliden-Larven für einige Zeit auf und stellt danach die Anzahl lebender *Dendroctonus*-Larven und -Puppen fest, so kann man sich von dem Abtötungserfolg der Räuber überzeugen (G. Becker, 1951). — *Dendroctonus valens* Le C. und *D. beckeri* Thatcher werden von den Käferlarven im allgemeinen viel weniger verfolgt. Offenbar hält der Harzgehalt der Fraßgänge, der meist zu beobachten ist, die Cleriden und Temnochiliden fern.

Die gefundenen Cleriden-Larven, die in den Monaten März bis Mai im allgemeinen und vor allem in den sehr hohen Lagen häufiger waren als die Temnochiliden-Larven, hatten zu dieser Zeit sehr verschiedene Größe; es überwogen aber 10 . . . 15 mm lange Tiere. Ihre Färbung war sehr unterschiedlich und wechselte von fleischrot über rotviolett zu grau- bis graublau-violett. Ein Teil der größten im März gefundenen Larven verpuppte sich im April und ergab im Mai Imagines. Alle Käfer waren von derselben Art, obwohl sie sich aus sehr verschieden, sowohl fleischrot wie graublauviolett gefärbten Larven entwickelt hatten. Es handelt sich um *Enoclerus sphegeus* F.[1]) (Abb. 20).

Abb. 20. Käfer von *Enoclerus sphegeus* F., des häufigsten räuberischen Feindes von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. in Guatemala. (Aufn.: I. Feind, MPA Berlin-Dahlem.)

Von derselben Art, die im ganzen *Dendroctonus*-Befallsgebiet verbreitet ist, wurden Imagines bei Quezaltenango vom 16. April an umherfliegend gefunden. (Am 14. April hatte es hier den ersten Gewitterregen am Ende der Trockenzeit gegeben.) Puppen oder leere Puppenwiegen wurden niemals in der Rinde oder im Holz der befallenen Bäume gefunden; anscheinend verpuppen sich die Tiere außerhalb der Stämme. Die gefangenen Käfer waren 9 . . . 12 mm lang; die in Gefangenschaft entwickelten waren meist kleiner und z. T. nur 7 mm lang. Die Imagines leben, wie bei anderen Cleriden, lange und verzehren im Laufe der Zeit zahlreiche Scolytiden.

Nach A. G. Böving u. A. B. Champlain (1921) wandern die verpuppungsreifen Larven bei Nacht den Stamm hinunter in den Erdboden ab; hier verpuppen sie sich mehrere Zoll tief in Rindenrissen oder in der Erde in der Nähe des Stammes in einer mit

[1]) Den Cleriden hat Herr I. B. Corporaal-Amsterdam bestimmt.

einem Exsudat (wie bei anderen Cleriden) silbrig ausgekleideten Puppenwiege, wo zugleich die Überwinterung erfolgt. Die Käfer leben in Colorado in 2000 . . . 2400 m Höhe im Sommer 4 . . . 5 Monate lang.

Weitere Arten konnten nicht festgestellt werden. Es bleibt fraglich, ob alle verschieden gefärbten Cleriden-Larven tatsächlich zu *Enoclerus sphegeus* F. gehören.

Diese Art ist auch in Nordamerika als Feind von *Dendroctonus* bekannt; ihre Verbreitung reicht im Norden bis Britisch-Columbien und war südlich bis Mexiko festgestellt worden (I. B. CORPORAAL, 1950). Sie ist im Westen der Vereinigten Staaten von Nordamerika ein häufiger Feind von *Dendroctonus monticolae* Hopk., ohne aber offenbar wirtschaftliche Bedeutung zu erlangen (D. DE LEON, 1934). Der häufigste Cleride, der *D. monticolae* verfolgt, ist *Thanasimus dubius* F.; aber auch seine Anzahl soll nicht für eine nennenswerte Dezimierung des Schädlings ausreichen. *Enoclerus lecontei* Wolc. ist bedeutend seltener. — *Enoclerus sphegeus* und *Thanasimus dubius* sind auch bei *Dendroctonus pseudotsugae* Hopk. (W. O. BEDARD, 1950) und anderen Arten des Westens gefunden worden. Im Osten der Vereinigten Staaten kommen die gleiche *Thanasimus*-Art und mehrere andere *Enoclerus*-Arten, aber nicht *E. sphegeus* vor (F. C. CRAIGHEAD, 1950, S. 198—203).

Die Temnochiliden-Larven sind grau (von verschiedener Tönung) oder fleischrot bis karminrot gefärbt. Sie werden nicht so groß wie die Cleriden-Larven. Teils aus Larven gezogen, teils unter Rinde gefunden, wurden in den von *Dendroctonus* befallenen Kiefern der Hochgebirge Arten der Gattungen *Tenebroides* und *Temnochila* festgestellt[2]). Dabei waren *Temnochila planicollis* Sharp aus der Nähe von Quezaltenango und nördlich davon bei Estáncia la Virgen und *Tenebroides spec.* nahe *alticola* Sharp von den Höhen bei Los Trojados. D. SHARP (1891) hat für höhere Gebirgslagen in Guatemala nach Funden von G. C. CHAMPION angegeben: *Temnochila alticola* Sharp (Totonicapán), *Temnochila sulcifrons* Sharp (Volcán Agua), *Tenebroides alticola* Sharp (Totonicapán, „Quiché-Gebirge") und *Tenebroides undulatus* Sharp (Totonicapán).

Das Verhalten der *Temnochiliden*-Larven entspricht, wie bereits gesagt, im wesentlichen dem der *Enoclerus*-Larven. Auch sie sind sehr gefräßig, waren aber an den meisten Stellen nicht ganz so zahlreich wie die Cleriden-Larven. Die Käfer von *Tenebroides* und *Temnochila* leben lange und können ebenso wie die Cleriden viele Scolytiden-Imagines vertilgen.

Temnochiliden kommen sowohl im westlichen wie im östlichen Teil der Vereinigten Staaten als Feinde von *Dendroctonus* vor (D. DE LEON, 1934, C. F. CRAIGHEAD, 1950). Sie sollen hier aber meist keine nennenswerte Bedeutung haben. — Es handelt sich um andere Arten als SHARP nach CHAMPIONS Aufsammlungen für Guatemala angegeben hat, und auch die vom Verf. gefundenen Temnochiliden sind offenbar andere Arten, als die in Nordamerika vorkommenden. Im Gegensatz zu *Enoclerus sphegeus*, der von Norden bis nach Mittelamerika reicht, scheinen die *Dendroctonus* verfolgenden *Temnochila*- und *Tenebroides*-Arten — soweit darüber überhaupt schon ein Urteil abgegeben werden kann — aus dem neotropischen Faunenkreis zu stammen. Die Gebirgsformen sind möglicherweise auf ein kleineres Verbreitungsgebiet in Mittelamerika beschränkt.

Staphyliniden kommen in großer Arten- und vor allem Individuenzahl vor. Ihre bissigen Larven können der *Dendroctonus*-Brut gefährlich werden, wenn sie diese erreichen. Aber sie haben keine Neigung, sich durch fest verstopfte Gänge hindurchzuarbeiten und dürften sich in der Regel von den Larven der verschiedenen anderen unter der lockeren

[2]) Die benannten Arten hat Miss C. M. F. von HAYEK-London bestimmt. Bei den übrigen war eine genaue Artbestimmung bisher weder im Britischen Museum London noch im U.S. National-Museum Washington möglich.

Rinde lebenden Insekten ernähren. — Die weitaus häufigsten größeren Tiere, pechschwarze Käfer von 7 . . . 10 mm Körperlänge, mit braun chitinisierten Larven, gehören zur Gattung *Oligolinus*[3]), und zwar sind es *Oligolinus varians* Sharp, *O. beckeri* Scheerp. und *O. gracilentus* Scheerp. Die Larven und Käfer dieser Arten wurden im Rückengebirge, in der Sierra de las Cuchumatanes und dem Zwischengebiet in den höheren Lagen, in denen *Dendroctonus* vorkam, regelmäßig unter der Rinde befallener Bäume gefunden. — Die übrigen gefundenen Arten sollen später an anderer Stelle aufgezählt werden.

Histeriden wurden nicht selten unter der Rinde der von *Dendroctonus* befallenen und abgetöteten Bäume gefunden. Auch diese Käfer leben räuberisch und mögen teilweise den *Dendroctonus*-Larven nachstellen. Aber andere Insektenbewohner des Biotops sind ihnen sicher eine leichtere Beute. Es wurden Arten der Gattungen *Platysoma, Carcinops* und *Teretriosoma* gefunden[4]).

An Lyciden wurden in verschiedenen hochgelegenen Gebieten des Rückengebirges von Guatemala vereinzelt Imagines und Larven von *Lygistopterus coeruleus* Gorham[5]) in *Dendroctonus*-Gängen gefunden.

Nitiduliden leben teilweise auch räuberisch. D. De Leon (1934) gibt *Glischrochilus vittatus* Say als fakultativen, *Epurea linearis* Makl. als fraglichen Räuber für *Dendroctonus monticolae* an. Die in Guatemala unter *Pinus*-Rinde gefundenen Arten dürften genau so wenig wie die besonders in noch saftfrischen oder feuchtgebliebenen Stämmen äußerst häufigen Colydiiden der Gattung *Lasconotus* einen Einfluß auf die *Dendroctonus*-Vermehrung haben.

Auch Rhizophagiden leben räuberisch. Für die *Dendroctonus*-Vertilgung haben sie sicher ebensowenig eine Bedeutung wie die Vertreter der anderen zuletzt genannten Familien. Sie sollen daher hier gleichfalls nicht erwähnt, sondern später bei einer Zusammenstellung der Beobachtungen über die Insektenbiozönose der absterbenden und toten Kiefern in Guatemala genannt werden.

2. Sonstige Räuber und Parasiten

Dipteren[1]) scheinen unter den übrigen räuberischen und parasitischen Insekten die wichtigsten zu sein. Ihre Larven und Puppen wurden sehr häufig in den Fraßgängen von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. im Gebiet des Rückengebirges von Maria Tecún bis Quezaltenango gefunden. Sie tragen sicherlich zur Vernichtung der *Dendroctonus*-Brut in nennenswertem Maße mit bei.

Die offenbar häufigste Art ist *Medetera aldrichii* Wheeler. Die Imago hat eine Körperlänge bis zu ≈ 4 mm Länge, eine Flügellänge bis zu 5 mm. Diese Dolichopodide ist bereits aus Nordamerika als Feind von *Dendroctonus*-Arten bekannt. Sie ist dort der wichtigste Vertilger von *Dendroctonus monticolae* Hopk. und vernichtet teilweise 40 . . . 50 % der Brut.

---

3) Nach Bestimmungen und Neubeschreibung von Prof. Dr. O. Scheerpeltz-Wien.
4) Die Histeriden haben Miss C. M. F. von Hayek-London und Dr. R. L. Wenzel-Washington bestimmt.
5) Die Imagines hat Miss C. M. F. von Hayek-London bestimmt.

Ihre Gestalt, Lebensweise und Bedeutung als *Dendroctonus*-Parasit sind von D. DE LEON (1935) eingehend beschrieben worden. Die Eier werden einzeln oder zu 2 . . . 3 Stück unter losen Borkenschuppen oder in feinen Spalten, nie aber in Luft- und Fluglöchern von *Dendroctonus* (wie es von anderen kleineren, an *Ips spec.* lebenden *Medetera-Arten* bekannt ist) abgelegt. Frisch von *Dendroctonus* befallene Stämme werden bei der Eiablage bevorzugt. Die Weibchen haben nach DE LEON 60 . . . 70 Eier in den Ovarien. Die Entwicklung der Generation dauert in Nordamerika 2 bis 12 Monate.

Bei Quezaltenango wurde eine zweite Dolichopodiden-Art als Parasit von *Dendroctonus adjunctus* gefunden. Da es aber an männlichen Imagines fehlt, konnte diese Art leider nicht bestimmt werden. — Dolichopodiden und im besonderen auch *Medetera*-Arten sind bekanntlich nicht nur in Nordamerika, sondern auch in Europa als Feinde von Scolytiden verbreitet.

Hymenopteren[2]) haben offenbar in den Hochgebirgen Guatemalas eine geringe Bedeutung als *Dendroctonus*-Parasiten. Sie wurden vorzugsweise in Bäumen mit besonders dünner Rinde beobachtet. Unmittelbar an *Dendroctonus adjunctus* wurden nur 2 *Pteromalidae* gefunden, und zwar bei Quezaltenango Mitte bis Ende Mai Tiere, die wahrscheinlich der Gattung *Cecidostiba* angehören, und in der Sierra de las Cuchumatanes Mitte Mai eine *Amblymerus*-Art, die anscheinend noch unbeschrieben ist.

Von der Gattung *Cecidostiba* Thomson sind in Nordamerika die Arten *C. acuta* Provancher, *C. burkei* Crawford und *C. dendroctoni* Ashmead als Parasiten auch verschiedener *Dendroctonus*-Arten, *C. polygraphi* Ashm. und *C. thomsoni* Crawford von anderen Scolytiden-Arten bekannt. — *Amblymerus confusus* Ashm. ist als Parasit einer *Ips*-Art aus Nordamerika bekannt. (C. F. W. MUESEBECK, K. V. KROMBEIN, H. K. TOWNES 1951). — Der *Pinus*-Stamm, in dem die neue *Amblymerus*-Art in der Sierra de las Cuchumatanes gefunden wurde, enthielt neben *Dendroctonus adjunctus* noch eine *Hylurgops*-Art, die möglicherweise auch der Wirt gewesen sein könnte.

In der Sierra de Chuacús und in der Sierra de las Minas wurde Ende März in Gängen von *Ips interstitialis* Eichh. und *Ips cloudcrofti* Swaine die Pteromalide *Pachyceras xylophagorum* Ratz. = *P. eccoptogastri* Ratz.[3]) gefunden. Da diese Art auch in Nordamerika verbreitet ist (D. DE LEON 1934 u. a.) kann man folgern, daß sie nicht nur in den beiden niedrigeren und wärmeren Gebirgszügen, in denen sie gefunden wurde, sondern auch in den Hochgebirgen Guatemalas, wo *Dendroctonus* schädlich wird, vorkommt.

Nach D. DE LEON (1934) sticht *Cecidostiba* die Wirtslarven durch die Rinde hindurch an. Dem entspricht die Auffindung dieser Tiere nur unter besonders dünner Rinde. *Pachyceras* dagegen verfolgt *Dendroctonus* von den Luftlöchern aus und sticht von der Seite her in die Larvengänge ein.

Von *Homopteren* ist die Raubwanze *Lyctocoris stålii* Reuter[4]) unter der Rinde von *Dendroctonus*-befallenen Kiefern sehr häufig. Vermutlich stellt diese Anthocoride aber nicht den *Dendroctonus*-Larven, denen sie schwer zu folgen vermag, sondern anderen Insekten der in den absterbenden Bäumen sich entwickelnden Biozönose nach. Man findet diese Wanze noch

[1]) Die Dipteren hat Prof. Dr. W. HENNIG-Berlin bestimmt.

[2]) Die Pteromaliden hat Dr. B. D. BURKS-Washington bestimmt.

[3]) B. D. BURKS hat die Tiere als *Pachyceras eccoptogastri* Ratz. determiniert. Prof. Dr. H. SACHTLEBEN - Berlin hält beide Arten für identisch; der Name *P. xylophagorum* hat um einige Druckzeilen „Priorität".

lange in den von *Dendroctonus* verlassenen trockenen Stämmen unter der Rinde.

Pseudoskorpione findet man ebenfalls regelmäßig unter der locker werdenden Rinde[5]). In den Fraßgängen von *D. adjunctus* leben *Mesochernes gracilis* Beier, *Rhopalochernes beckeri* Beier und *Parachelifer pugifer* Beier. J. A. Alvarado (1939) hielt die Tiere für *Dendroctonus*-Feinde. Aber auch sie dürften nicht imstande sein, in die fest verstopften *Dendroctonus*-Gänge einzudringen, und von anderen Insekten-Larven leben.

Über die Bedeutung von Milben *(Acarina)* als Eiparasiten kann nichts gesagt werden.

Myriapoden werden im Gegensatz zu J. A. Alvarado nicht für *Dendroctonus*-Feinde gehalten. Ihre Hauptentwicklung beginnt, wenn sich *Dendroctonus* nicht mehr in den Bäumen aufhält.

3. Vögel

Spechte oder andere Vögel haben in Guatemala (wie nach J. R. Perry Jn. auch in Mexico) keinen Einfluß auf den Ablauf der *Dendroctonus*-Gradationen. Wo man Spechthiebe in der Rinde beobachten kann, gelten diese Cerambyciden-Larven, die den toten Baum besiedeln. Allerdings können *Dendroctonus*-Käfer natürlich nach dem Verlassen des Baumes, in dem sie sich entwickelt haben, und auf der Suche nach neuen Brutbäumen von Vögeln gefressen werden.

In Nordamerika scheinen Spechte der Gattung *Dryobates* vor allem in den Rocky Mountains, nicht aber im Küstengebiet ihre nützliche Tätigkeit auszuüben.

VI. Zusammenfassung

Die schwierige Taxonomie der Gattung *Dendroctonus* führte zu verschiedenen Bestimmungsergebnissen für die aufgefundenen Tiere. Eindeutig gesichert ist, daß *Dendroctonus adjunctus* Bldf., der „Guatemala-Bastkäfer", die bei weitem häufigste und schädlichste Art ist. Durch sie sind die starken Verwüstungen der *Pinus*-Wälder Guatemalas verursacht. Das Vorkommen von *Dendroctonus mexicanus* Hopk. scheint ebenfalls sicher zu sein; diese Art ist aber sehr viel weniger verbreitet, und ihre wirtschaftliche Bedeutung ist im Vergleich zu der Schädlichkeit von *D. adjunctus* offenbar gering. An einer Stelle im Westen des Landes wurde *Dendroctonus approximatus* Dietz gefunden. Zwei sehr verbreitete, aber weniger gefährliche Bastkäfer sind *Dendroctonus valens* Le C. und *Dendroctonus beckeri* Thatcher.

Die Käfer von *Dendroctonus adjunctus* werden näher gekennzeichnet. Ihre Länge wechselt von 3,3 bis 5,6 mm; häufigste Werte sind 4 . . . 5 mm, Mittelwert ist 4,4 mm. Die mittlere Breite ist 1,6 mm. Die Färbung geht von dunklem Braun in Schwarz über. Der Prothorax ist etwas schmaler als die nach hinten zu ein wenig verbreiterten Elytren. Musterung und Behaarung werden im einzelnen beschrieben. Die schwache Ausprägung der Längsstreifen auf den Elytren trennt *D. adjunctus* von *D. mexicanus* und stellt die Art in die Nähe von *D. parallelocollis* und *D. approximatus*.

---

[4]) Die Art wurde von Dr. R. I. Sailer - Washington bestimmt.

[5]) Die Pseudoskorpione hat Prof. Dr. M. Beier - Wien bestimmt und neubeschrieben.

Auch die Imagines von *Dendroctonus mexicanus* werden beschrieben. Die Käfer haben durchschnittlich gleiche oder etwas geringere Körperlänge im Vergleich zu *D. adjunctus*. Ihre Färbung ist dunkelbraun bis schwarz. Der Prothorax hat dieselbe oder ein wenig größere Breite als die Elytren. Diese sind im Verhältnis zur Gesamtlänge des Körpers etwas kürzer als bei *D. adjunctus*. Der Kopf zeigt eine deutliche Musterung; die Elytren tragen scharf geprägte Längsstreifen und rötlichgelbe, mittellange Haare. Weitere Unterscheidungsmerkmale werden angegeben.

Die beim Neubefall in das Kambium lebender Bäume eindringenden *Dendroctonus*-Käfer verursachen eine starke Harzabgabe der Stämme. Gerade *Pinus rudis* Endl., die meistgeschädigte Kiefer, hat einen sehr hohen Harzgehalt. Vor den Einbohrstellen der Käfer entstehen kennzeichnend geformte, näher beschriebene Harzröhren, die den Befall leicht erkennen lassen und eine Unterscheidung von andersartig verursachten Harzausflüssen ermöglichen.

D. adjunctus befällt die Stämme bei großen Bäumen bis in etwa 15 m Höhe hinauf, soweit die Rindendicke ausreicht. *D. approximatus* und *D. mexicanus* scheinen sich entsprechend zu verhalten. *D. valens* und *D. beckeri* greifen vorzugsweise nur den untersten Stammbereich bis zu etwa 2 m Höhe und die oberirdischen Wurzelteile an.

Die in einen gesunden Stamm als erste eindringenden Käfer pflegen hier in großer Zahl im Harzfluß umzukommen. Die folgenden Tiere vermögen in dem dann geschwächten Baum ungehindert zu brüten. Die von *D. adjunctus* befallenen Kiefern sterben langsamer ab, als es bei verwandten *Dendroctonus*-Arten eintritt.

Das Fraßbild wird beschrieben. Die Muttergänge von *D. adjunctus* liegen im Kambium und der inneren Rinde und schürfen das Holz nur wenig. Nach einem kurzen waagerechten Anfangsteil verlaufen sie senkrecht in Stammrichtung gerade oder leicht gewellt und werden bis zu 1 m lang. Die annähernd rechtwinklig abgehenden Larvengänge sind teils sehr kurz, oft nur 2 bis 3 cm lang und knäuelig gewunden, teils längergestreckt. Sie liegen weiter in der Rinde als die Muttergänge. Die Verpuppung erfolgt noch tiefer in der Rinde nach deren Außenseite hin.

Es werden einige Angaben über das Fraßbild anderer in Guatemala auftretender *Dendroctonus*-Arten gemacht.

Verschiedene Beobachtungen über Brutbaumwahl, das Einbohren der Käfer und die Mutterganganlage, über Eiablage und Larvenentwicklung von *D. adjunctus* werden zusammengestellt, die nicht in wenigen Sätzen wiedergegeben werden können. Die Bruten überschneiden sich in mannigfacher Weise. Nur in den Monaten November bis März besteht anscheinend ein gewisser Einschnitt, indem in ihnen die Entwicklung verlangsamt ist und Neubefall in den höheren Lagen fehlt.

Über das Verhalten von *D. beckeri* konnten nur einzelne Beobachtungen gemacht werden.

In einem Waldstück bei Quezaltenango in $\approx$ 2450 m Höhe, in dem der Ablauf einer Gradation von *D. adjunctus* auch zeitlich bis zu einem gewissen Grade zurückverfolgt werden konnte, wurden Auszählungen der Harzröhren, Muttergänge und Fluglöcher vorgenommen und Befallsdichte und Mortalität an verschiedenen Stämmen von *Pinus rudis* Endl. bestimmt.

Auf 100 cm² Stammoberfläche befinden sich im Durchschnitt 0,4 bis 2,5 Harzröhren. In der Längsrichtung des Stammes sind diese jeweils ziemlich gleichmäßig verteilt.

Die Zahl der Muttergänge ist bei allen Bäumen größer als die der Harzröhren, offenbar weil noch Käfer in den Stamm eindringen, wenn dieser kein Harz mehr nach außen abscheidet. Das Verhältnis von Muttergängen zu Harzröhren, das bei den untersuchten Bäumen zwischen 1,4 und 5,7 wechselte, ist in verschiedener Stammhöhe derselben Kiefern recht einheitlich.

Die Befallsdichte mit Muttergängen betrug bei den ausgezählten Stämmen im Durchschnitt 1,3 bis 4 je 100 cm² Oberfläche. Der Befall war im Mittel bei schwächeren Bäumen ewas dichter als bei stärkeren. Je Meter Höhe waren 170 bis 390 Muttergänge zu errechnen, für den Gesamtbaum ergab sich eine ungefähre Durchschnittszahl von 2500 bis 3000 *Dendroctonus*-Pärchen.

Die Flugloch-Anzahl nimmt bei der Mehrzahl der Stämme von unten nach oben bis in den Bereich von 6 bis 8 m hin zu, dann wieder ab. Bei einzelnen Bäumen mit besonders geringer Sterblichkeit der Brut war die Fluglochzahl aber unten am größten und wurde nach oben hin geringer.

Die durchschnittliche Fluglochzahl schwankte für die untersuchten Bäume zwischen 1,2 und 3,7 je 100 cm² Stammoberfläche. Das Verhältnis von Flugloch- zu Muttergang-Anzahl, das einen Kennwert für Vermehrungsrate und Sterblichkeit darstellt, wechselte von 0,4 bis 3,1, ohne daß damit die obere und untere Grenze dieser Relation erfaßt war.

Die *Dendroctonus*-Sterblichkeit ist im allgemeinen sehr hoch. Es werden Zahlenbeispiele dafür zusammengestellt, daß nur beim Beginn einer Gradation die Käferzahl anwächst. Später verlassen weniger junge Käfer den Baum, als alte in ihn eingedrungen sind. Infolgedessen kommen die Gradationen bald zum Abklingen, und die Ausdehnung der einzelnen Schadensgebiete ist meist begrenzt. Ständig neue Vermehrungen an anderen Stellen bedingen das erhebliche Ausmaß der gesamten Kalamität.

Die wichtigsten Feinde der Brut sind Coleopteren-Larven. Die häufigste und offenbar wirksamste Art ist ein Cleride, *Enoclerus sphegeus* F. Aussehen, Lebensweise, Verbreitung und Einfluß der Art werden beschrieben. An Bedeutung folgen Temnochiliden, und zwar mehrere Arten der Gattungen *Temnochila* und *Tenebroides*.

Staphyliniden, Histeriden, Lyciden, Nitiduliden, Colydiiden und Rhizophagiden haben einen bedeutend geringeren oder keinen Einfluß auf die *Dendroctonus*-Entwicklung.

Von Dipteren hat die Dolichopodide *Medetera aldrichi* Wheeler eine offenbar meist beachtenswerte Bedeutung als Feind der *Dendroctonus*-Brut; daneben wurde eine andere räuberische Dolichopodide gefunden.

Unter den Hymenopteren kommen einige Pteromalinen nur bei Bäumen mit dünner Rinde in nennenswerter Zahl vor. Es wurden eine *Cecidostiba*-Art, eine neue *Amblymerus*-Art und *Pachyceras xylophagorum* Ratz. festgestellt.

Von Homopteren ist die Anthocoride *Lyctocoris stålii* Reuter unter loser Kiefernrinde häufig; ein Einfluß auf *Dendroctonus* ist zweifelhaft.

Vögel betätigen sich nicht in bemerkenswertem Maße als Vertilger der *Dendroctonus*-Brut.

VII. Literaturverzeichnis

ALVARADO, J. A.: Los insectos dañinos y los insectos auxiliares de la Agricultura en Guatemala. Guatemala, C. A., 1939.

BATES, M.: Insectos nóvicos. Estudio de las principales plagas Guatemaltecas, con algunos datos de Honduras y El Salvador. Guatemala 1932.

BEAL, J. A.: The Black Hills Beetle, a Serious Enemy of Rocky Mountain-Pines. U.S.Dept. Agric., Farmers' Bull. 1824 (1939) 1—21.

BEAL, J. A., u. C. L. MASSEY: Bark Beetles and Ambrosia Beetles. School of Forestry, Duke University, Durban (N.-Car.), Bull. 10, 1945.

BECKER, G.: Ausdehnung und Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Z. ang. Entomol. 33 (1951), 186—209.

— —: Die *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Transact. IX. Intern. Congr. Entomol. 1951 (1952), 682—687.

— —: Fraß von Lepidopteren im Kambium gesunder Kiefern in Mittel- und Nordamerika. Z. angew. Entomol. 34 (1952), 170—177.

— —: Einige Beobachtungen über holzzerstörende Insekten (Termiten und Käfer) in Guatemala. Z. ang. Entomol. 35 (1953), 339—373.

BEDARD, W. O.: The Douglas-Fir-Beetle. U.S.Dept. Agric. Circ. 817 (1950), 1—10.

BEIER, M.: Pseudoskorpione aus El Salvador und Guatemala. Senckenbergiana 34 (1953), 15—28.

BLANDFORD, W. F. H.: Fam. *Scolytidae*. In: Biol. Centr. Amer., Coleopt., Vol. IV, Pt. 6 (1895), 81—298.

BÖVING, A. G., u. A. B. CHAMPLAIN: Larvae of North American Beetles of the Family *Cleridae*. U.S. Nat. Mus., Proc. 57, No. 2323 (1921), 575—649.

BONANSEA, S. J.: La Plaga de Ocotes. Mexico 1921.

CHAMBERLIN, W. J.: The Bark and Timber Beetles of North America, North of Mexico. 513 pp., published by OSC Cooperative Association, Corvallis, Oregon 1939.

CRAIGHEAD, F. C.: Insect Enemies of Eastern Forests. U.S.Dept. Agric., Misc. Publ. 657 (1950), 1—679.

CORPORAAL, J. B.: *Cleridae*. In: Coleopt. Catal. (Verlag W. Junck). Suppl. Pars 23 (1950), 2. Ed.

DE LEON, D.: An Annotated List of the Parasites, Predators, and other Associated Fauna of the Mountain Pine Beetle in Western White Pine and Lodgepole Pine. Canad. Entomol. 66 (1934), 51—61.

— —: A Study of *Medetera aldrichi* Wh. *(Diptera-Dolichopodidae)*, a Predator of the Mountain Pine Beetle *(Dendroctonus monticolae* Hopk., *Coleo-Scolytidae)*. Entomol. Americ. 15 (1935), 55—91.

— —: The Red Turpentine Beetle, a Pest of Conifers in the California Region. U.S.Dept. Agric. Leafl. E 568 (1942).

DE LEON, D., W. D. BEDARD u. T. T. TERRELL: Recent Discoveries Concerning the Biology of the Mountain Pine Beetle and their Effect in Control in Western White Pine Stands. J. Forestry 32 (1934), 430—436.

DIETZ, W. G.: Notes on the Species of *Dendroctonus* of Boreal America. Trans. Amer. ent. Soc. 17 (1890), 31—32.

DOANE, R. W., E. C. van DYKE, W. J. CHAMBERLIN, H. E. BURKE: Forest Insects. New York — London 1936.

EVENDEN, J. C., W. D. BEDARD, G. R. STRUBLE: The Mountain Pine Beetle, an Important-Enemy of Western Pines. U.S.Dept. Agric. Circ. 664 (1943), 1—25.

GEORGE, R. A. St., u. J. A. BEAL: The Southern Pine Beetle: a Serious Enemy of Pines in the South. U.S.Dept. Agric., Farmers' Bull. 1586 (1929), 1—18.

HAGEDORN, M.: Ipidae. In: Junck-Schenkling, Coleopterorum Catalogus, Pars. 4 (1910).

HOPKINS, A. D.: Contributions toward a Monograph of the Scolytid Beetles. I. The Genus *Dendroctonus*. U.S.Dept. Agr. Bur. Ent., Tech. Ser. 17 (1) 1909.

— —: Practical Information on the Scolytid Beetles of North American Forests. I. Bark Beetles of the Genus *Dendroctonus*. U.S.Dept. Agr., Bur. Ent. Bull. 83 (1) 1909.

HOPPING, G. R., u. G. BEALL: The Relation of Diameter of Lodgepole Pine to Incidence of Attack by the Bark Bettle *Dendroctonus monticolae* Hopkins. The Forestry Chron. *24* (1948) No. 2.

Johnston, J. R.: Enfermedades y plagas de insectos, que atacan los pinos en Guatemala. Guatemala 1939.
Keen, F. P.: Insect Enemies of California Pines and their Natural Control. Californ. Dept. Nat. Resources, Div. Forestry, Bull. 7 (1928), 1—133.
— — : Insect Enemies of Western Forests. U.S.Dept. Agric. Misc. Publ. 273 (1939); 2. Ed. (1952), 280 pp.
Kraemer, G.-D.: Die kritischen Grenzen der Brutbaumdisposition für Borkenkäferbefall an Fichte *(Picea excelsa* L.). Z. angew. Entomol. 34 (1953), 463—512.
Leveille, A.: *Temnochilidae.* Aus: W. Junk u. S. Schenkling, Coleopterorum Catalogus, Pars 11 (1910), 1—40.
Muesebeck, C. F. W., K. V. Krombein, H. K. Townes: Hymenoptera of America, North of Mexico. Synoptic Catalog. U.S.Dept. Agr., Agric. Monogr. No. 2. U.S. Gov. Printing Office. Washington 1951.
Perry, J. P., Jn.: Pine Bark Beetles of Central Mexico. Unasylva 5 (1951), 158—165.
Reuter, O. M.: Monographia Anthocoridarum Orbis Terrestris. Helsingfors 1884.
Rust, H. J.: The Role of Predatory Agents in the Artificial Control of the Mountain Pine Beetle. J. Econ. Entomol. 28 (1935), 688—691.
Sachtleben, H.: Die parasitischen Hymenopteren des Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. Beitr. z. Entomol. 2 (1952), 137—189.
Scheerpeltz, O.: Rindenbewohnende Staphyliniden aus Guatemala. Beitr. z. Entomol. (im Druck).
Schwerdtfeger, F.: Die Kiefern Guatemalas (unveröff. Manuskript).
— — : Als Forstentomologe in Mittelamerika. Mitt. Biol. Zentralanst. f. Land- u. Forstwirtsch., H 75 (1953), 120.
Sharp, D.: *Adephaga.* In: Biol. Centr. Amer., Coleopt. Vol. I, Pars 2 (189).
— — *: Nitidulidae.* In: Biol. Centr. Amer., Coleopt. Vol. II, Pars 1 (1891), 265—387.
Simpson, L. J.: The Biology of Canadian Bark-Beetles. The Seasonal History of *Dendroctonus simplex* Lec. Canad. Entom. 61 (1929), 274—279.
Struble, G. R.: The Biology of Certain Coleoptera Associated with Bark-Beetles in Western Yellow Pines. Univ. Calif. Entom. Publ. 5 (1930), 105—134.
Swaine, J. M.: Canadian Bark-Beetles, Part II. A Preliminary Classification with an Account of the Habits and Means of Control. Canada Dept. Agr., Ent. Branch Bull. 14 (1918), 1—143.
— — : The Factors Determining the Distribution of North American Bark-Beetles. Canada Ent. 57 (1925), 261—266.
Thatcher, T. O.: A New Species of *Dendroctonus* from Guatemala *(Scolytidae, Coleoptera).* Coleopt. Bull. (1954).

Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München

Zur Kenntnis einiger wirtschaftlich wichtiger mitteleuropäischer *Eulecanium*-Arten *(Homoptera: Coccoidea: Lecaniidae)*

Von

Heinrich Schmutterer

Mit 4 Abbildungen und 6 Bildtafeln

Die einwandfreie Bestimmung der meisten in Mitteleuropa vorkommenden *Eulecanium*-Arten (= „Lecanien") ist infolge der großen Variabilität dieser Cocciden mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Auch unsere Kenntnis von der Biologie und Ökologie mancher Arten, die z. T. nennenswerte Schädlinge von Kulturpflanzen sind, ist mehr oder weniger lückenhaft.

Von allen „Lecanien" unserer Fauna wurde die Zwetschgen-Napfschildlaus, *Eulecanium corni* (Bché.), bisher am eingehendsten untersucht, was im wesentlichen auf die wirtschaftliche Bedeutung dieses Pflanzensaugers zurückzuführen ist. Unter den zahlreichen Veröffentlichungen über *E. corni* mit vorwiegend systematischem Inhalt sind diejenigen von Marchal (1908) und Sulc (1932) besonders hervorzuheben. Da auch in diesen grundlegenden Arbeiten die große Variabilität von *E. corni* nur unvollständig erfaßt wurde, stieß die Bestimmung besonders von extremen Varianten nach wie vor auf Schwierigkeiten, welche für den Nichtspezialisten oft unüberwindlich waren. Es kam infolgedessen nicht selten zu Fehlbestimmungen. Bionomie und Ökologie der Zwetschgenschildlaus sind durch die Untersuchungen verschiedener Autoren (Marchal, 1908; Sulc, 1932; Thiem, 1933, 1938; Welsch, 1937 u. a.) vergleichsweise gut bekannt.

Weniger gut als *Eulecanium corni* sind *E. coryli* (L.) und *E. pulchrum* (King) bearbeitet, obwohl beide Arten häufig auftreten, eine weite Verbreitung besitzen und stellenweise schädlich werden. Das gleiche gilt noch mehr für die häufigen Koniferen-Napfschildläuse *E. arion* (Ldgr.) und *E. crudum* (Green). Letztere, welche bisher für eine Variation (Green, 1930, 1934, 1936) oder Subspecies (Wilson, 1944; Schmutterer, 1952) von *E. corni* gehalten wurde, ist in Wirklichkeit eine gute Art, wie aus den folgenden Untersuchungsergebnissen des Verf. hervorgeht.

Sehr wenig wissen wir über die an der Weißtanne *(Abies alba)* lebenden „Lecanien" *Eulecanium sericeum* (Ldgr.) und *E. graniforme* (Wünn). Diese beiden Arten besitzen wie auch *E. franconicum* (Ldgr.) (an *Vaccinium* und *Calluna), E. ciliatum* (Dougl.) (an *Quercus, Alnus* u. a. Laubhölzern) und *E. bituberculatum* (Targ.) keine wirtschaftliche Bedeutung. *Eulecanium bituberculatum* tritt gelegentlich an Obstbäumen *(Pirus malus, P. communis)* in größerer Zahl auf, ist aber nach allen bisherigen Beobachtungen in Mitteleuropa kein nennenswerter Schädling.

Meine Untersuchungen über einige wirtschaftlich wichtige mitteleuropäische „Lecanien" hatten den Zweck, neue Merkmale zur Erleichterung der Bestimmung besonders der schwer auseinanderzuhaltenden Arten *Eulecanium corni, E. pulchrum, E. arion* und *E. crudum* zu ermitteln. Außerdem sollte noch unser Wissen über die Bionomie und Ökologie der betreffenden Cocciden etwas erweitert werden.

Eulecanium corni (Bché.), Zwetschgen-Napfschildlaus

Wichtigste Synonyma: *Lecanium corni* Bché.; *L. corni var. robiniarum* March.; *L. robiniarum* Dougl.: *L. coryli* (L.); *Palaeolecanium xylostei* (Schrk.).[1])

Wichtigste Merkmale der L_1 (1. Larvenstadium) (Tafel 1, Fig. 1):

Bemerkung: Die L_1 wurde schon von Sulc (1932, S. 66) beschrieben und abgebildet. Wir können deshalb hier darauf verzichten, die allgemeine Organisation näher zu behandeln und uns auf die Merkmale beschränken, welche zur Unterscheidung von den übrigen Arten der *Eulecanium corni*-Gruppe *(E. pulchrum, E. arion* und *E. crudum)* wichtig sind und solche, die von Sulc nicht oder weniger berücksichtigt wurden.

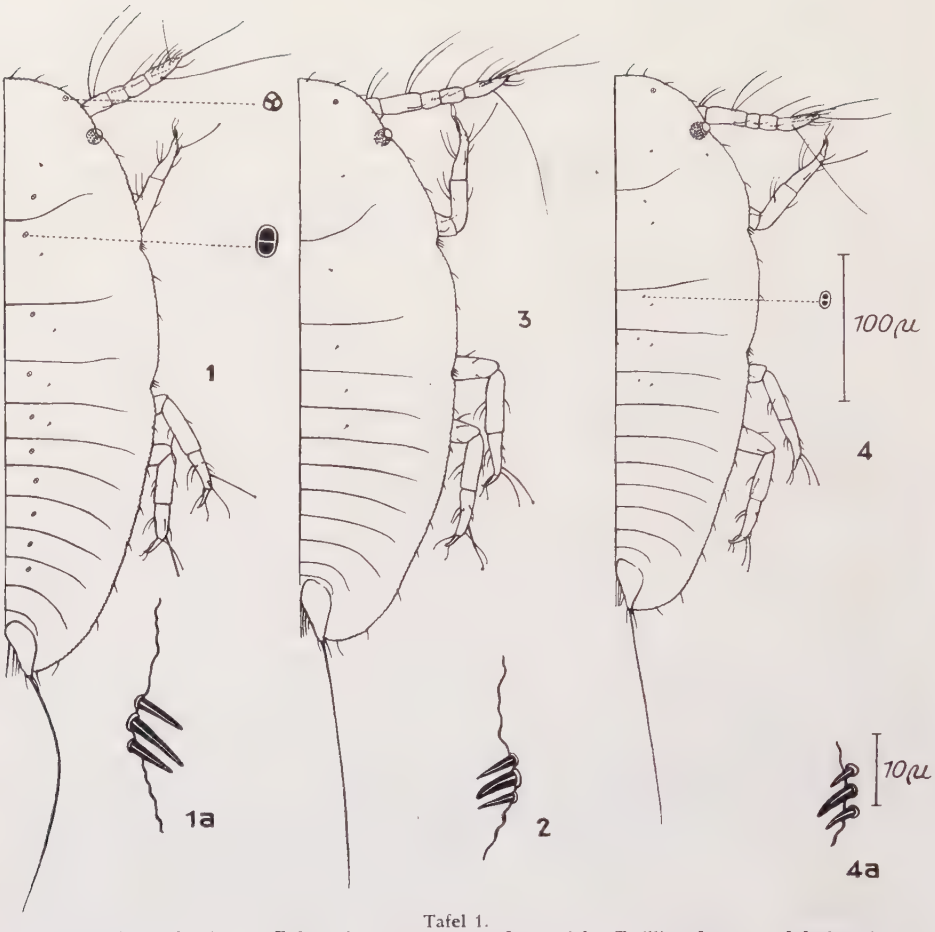
Körperform oval, ziemlich schmal und langgestreckt. Ventralseite ohne bemerkenswerte artcharakteristische Merkmale (Form und Größe, sowie Beborstung und Bedornung der Antennen, Extremitäten und Mundwerkzeuge sind bei allen Arten der *Eulecanium corni*-Gruppe ähnlich). Trochanter mit einer langen Borste an der Innenseite, 4. Antennenglied mit einer stärkeren Borste (für alle Arten der *corni*-Gruppe typisch). In der Mitte der letzten 3 vor dem Analwulst gelegenen Segmente je 1 Paar langer Borsten (ebenfalls für die Arten der *corni*-Gruppe charakteristisch). Die eingezogene Stechborstenschleife reicht bis zum Analwulst.

Dorsalseite: Auf dem Kopf oberhalb der Augen in der Nähe des seitlichen Körperrandes 1 Paar dreiporige, scheibenförmige Drüsen, die auch bei allen anderen Arten der *corni*-Gruppe auftreten. Kopf, Thorax und die vorderen 6 Abdominalsegmente mit insgesamt 10 Paar Zwillingsdrüsen[2]); Kopf außerdem mit 1 Paar, Thorax mit 3 und vorderstes Abdominalsegment mit 1 Paar kleiner Dornen. Auf dem Kopf 8, zwischen den Augen und der vorderen Stigmendornengruppe jederseits 2, zwischen vorderer und hinterer Stigmendornengruppe ebenfalls jederseits 2, an jeder Seite des Abdomens 8 marginale Dornborsten. Stigmendornen verhältnismäßig langgestreckt und spitz, mittlerer Dorn am stärksten und längsten (Taf. 1, Fig. 1 a).

Variabilität: Die dorsalen Zwillingsdrüsen sind bei den einzelnen Individuen unterschiedlich groß und deutlich ausgebildet. Etwa die Hälfte aller untersuchten L_1 von Laubhölzern *(Acer pseudoplatanus, Robinia pseudacacia, Fraxinus excelsior;* Fundorte München und Umgebung) hatte deutliche große, die andere Hälfte weniger gut sichtbare, kleinere Zwillingsdrüsen. Nicht selten fehlten bestimmte Drüsenpaare oder einzelne Drüsen vollständig. So waren beispielsweise bei 10 untersuchten L_1 von *Fraxinus excelsior* bei 6 Tieren alle 10 Drüsenpaare ausgebildet, bei 2 fehlte 1 Drüse des vorletzten Paares, bei einem von den letzten beiden Paaren je 1 Drüse und bei einer weiteren Larve das letzte Paar vollständig.

[1]) Ausführliche Synonymie-Listen bei Marchal (1908), Lindinger (1912) und Sulc (1932).

[2]) Es werden hier für die Drüsen im wesentlichen die gleichen Bezeichnungen gebraucht, wie sie schon Sulc (1932) verwendet hat.

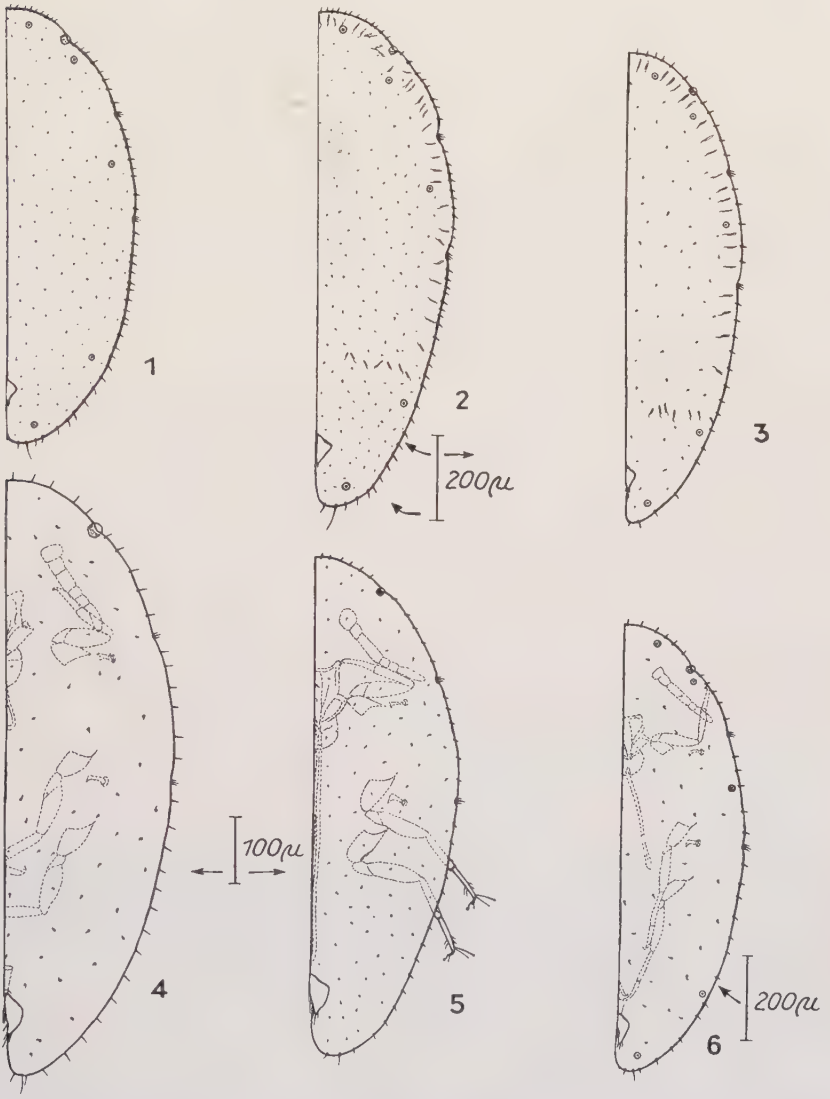


Tafel 1.
Fig. 1: Dorsalseite der L_1 von ***Eulecanium corni*** mit großen serialen Zwillingsdrüsen und dreisporigen Kopfdrüsen. Fig. 1a: Stigmendornengruppe der L_1 von ***E. corni***. Fig. 2: Stigmendornengruppe der L_1 von ***E. pulchrum***. Fig. 3: Dorsalseite der L_1 von ***E. arion*** mit dreiporigen Kopfdrüsen. Fig. 4: Dorsalseite der L_1 von ***E. crudum*** mit dreiporigen Kopfdrüsen und z. T. unregelmäßig angeordneten kleinen Zwillingsdrüsen. Fig. 4a: Stigmendornengruppe der L_1 von ***E. crudum***

Auch die Zahl der marginalen Borstendornen ist etwas variabel. Gelegentlich sind zwischen der vorderen und hinteren Stigmendornengruppe auf einer Körperseite nicht 2, sondern 3 Borstendornen vorhanden. Auf der Zeichnung der L1 von SULC (1932, S. 66) sind zwischen den Augen und der vorderen Stigmendornengruppe 3, auf dem Abdomen jederseits 10 Borstendornen vorhanden. Nach eigenen Untersuchungen an sehr zahlreichen in Süddeutschland gesammelten Erstlarven war eine derartige Borstendornenzahl an den erwähnten Körperabschnitten nie zu beobachten.

Erstlarven, welche von REYNE in Holland bei Aerdenhout an *Taxus baccata* gesammelt worden waren, besaßen etwas kleinere marginale Borstendornen als die Tiere von Laubhölzern aus Süddeutschland, außerdem durchweg den kleineren, weniger deutlichen dorsalen Zwillingsdrüsentyp[3]).

[3]) Herrn Dr. A. REYNE (Amsterdam) schulde ich für die Unterstützung meiner Untersuchungen durch „Lecanien"-Material von *Taxus baccata* und *Thuja occidentalis* aus Holland sowie zahlreiche schriftlich mitgeteilte Beobachtungen besonderen Dank.



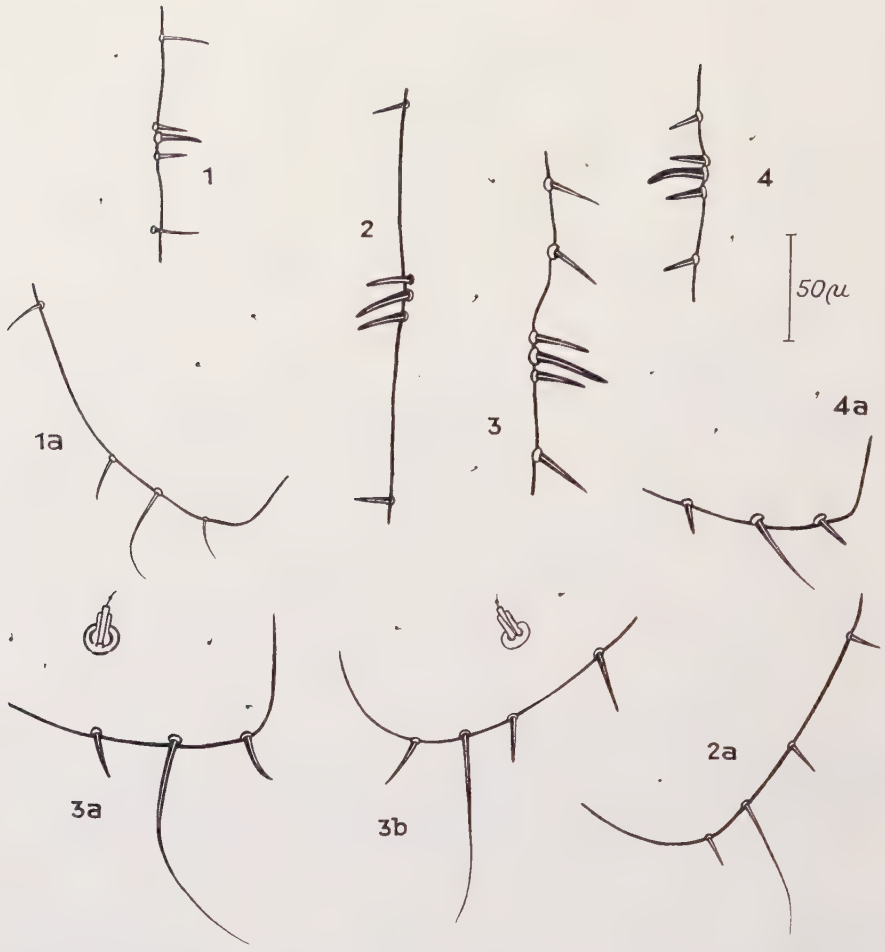
Tafel 2.

Fig. 1: Dorsalseite der weibl. L_2 von ***E. corni*** mit Doppelzylinderdrüsen und zahlreichen Kleindrüsen. Fig. 2: Dorsalseite der männl. L_2 von ***E. corni*** mit Doppelzylinderdrüsen, langen tubulösen Drüsen und zahlreichen Kleindrüsen. Fig. 3: Dorsalseite der männl. L_2 von ***E. crudum*** mit Doppelzylinderdrüsen, langen tubulösen Drüsen und Kleindrüsen. Fig. 4: Dorsalseite der weibl. L_2 von ***E. arion*** (ventral gelegene Extremitäten, Antennen, Mundwerkzeuge und Stigmen gestrichelt) mit Kleindrüsen. Fig. 5: Dorsalseite der weibl. L_2 von ***E. pulchrum*** (ventral gelegene Beine, Fühler, Mundwerkzeuge und Stigmen gestrichelt) mit Kleindrüsen. Fig. 6: Dorsalseite der weibl. L_2 von ***E. crudum*** (ventral gelegene Beine, Fühler, Mundwerkzeuge und Stigmen gestrichelt) mit Doppelzylinderdrüsen und Kleindrüsen

L_2 (2. Larvenstadium)

a) Weibliche L2 (Taf. 2, Fig. 1).

Bemerkungen: Die allgemeine Organisation der L_2 wurde von Sulc (1932, S. 18—19, 67—68) eingehend beschrieben, so daß hier auf eine erneute Beschreibung dieser Merkmale verzichtet werden kann.



Tafel 3.
Fig. 1: Stigmendornengruppe der L_2 von *E. arion*. Fig. 1a: Hinterende eines Anallobus der L_2 von *E. arion*. Fig. 2: Stigmendornengruppe der L_2 von *E. crudum*. Fig. 2a: Hinterende eines Anallobus der L_2 von *E. crudum*. Fig. 3: Stigmendornengruppe der L_2 von *E. corni*. Fig. 3a und 3b: Hinterende von Analloben der L_2 von *E. corni*. Fig. 4: Stigmendornengruppe der L_2 von *E. pulchrum*. Fig. 4a: Hinterende eines Anallobus der L_2 von *E. pulchrum*

Körperform oval, ziemlich gedrungen; Farbe während der Überwinterung rotbraun. Ventralseite wie bei L_1 ohne besondere artcharakteristische Merkmale (Beborstung und Bedornung bei allen Arten der *corni*-Gruppe ohne wesentliche Unterschiede). Viertes Antennenglied und Trochanter mit 1 Borste. Mitte der letzten 3 vor dem Analwulst gelegenen Abdominalsegmente mit 1 Paar langer Borsten. Jede Abdominalseite mit 3 Längsreihen kleiner Dornen, die auch bei der männlichen L_2 vorhanden sind. Ventraldrüsen (2 Typen) ohne Wert für die Arterkennung, bei allen Arten der *corni*-Gruppe in ähnlicher Zahl und Anordnung vorhanden.

Dorsalseite: Kleindrüsen (Microporen) überall zahlreich vorhanden, Struktur verhältnismäßig schwer erkennbar (nach SULC sind verschiedene Typen vorhanden). In den seitlichen Körperbezirken 5 Paar

große zweizylinderige Drüsen („Doppelzylinderdrüsen"); 1 Paar auf der Stirn, 1 Paar zwischen den Augen und vorderer Stigmendornengruppe, 1 Paar zwischen vorderer und hinterer Stigmendornengruppe, 2 Paar auf dem letzten Körperdrittel. Seitlicher Körperrand mit zahlreichen größeren Dornen; vorletzter Dorn auf den Analloben borstenartig (Taf. 3, Fig. 3 a und 3 b). Durchschnittliche Zahl der Marginaldornen 92. Stigmendornen wie bei L_1, aber kräftiger und länger (Taf. 3, Fig. 3). Marginaldornen auf dem Kopf in 2 Reihen angeordnet.

Variabilität: Die Zahl der dorsalen zweizylinderigen Drüsen ist sehr wechselhaft. Weibliche L_2, die in der Umgebung von München an *Ribes rubrum* gesammelt worden waren, besaßen durchweg alle 5 Doppelzylinder-Drüsenpaare. Tiere von *Robinia pseudacacia* (München, Englischer Garten) hatten zu $^2/_3$ 5 Paar, zu $^1/_3$ nur 4 Paar Doppelzylinderdrüsen. An *Acer pseudoplatanus* (München, Englischer Garten) gesammelte L_2 zeigten zum geringeren Teil 5 Drüsenpaare; die meisten besaßen 6, 5, 3 oder 2 Drüsen, manche nur 1 Drüse oder überhaupt keine. *Corni*-Larven von *Taxus baccata* (leg. A. Reyne in Aerdenhout in Holland) besaßen in der Regel 4 Paar Doppelzylinderdrüsen — das 3. Paar zwischen den Stigmendornengruppen fehlte — oder waren, was verhältnismäßig selten vorkam, ganz ohne zweizylinderige Drüsen.

Die Zahl der Marginaldornen ist weniger variabel. Bei je 30 Tieren von *Robinia pseudacacia*, *Ribes rubrum* und *Acer pseudoplatanus* (Münchener Material) wurden durchschnittlich 92, bei 30 Larven von *Taxus baccata* (holländisches Material) 94 Marginaldornen pro Larve ausgezählt. Die Lobenborste ist manchmal nur auf einem Lobus ausgebildet, bisweilen fehlt sie auf beiden Analloben ganz. Gelegentlich sind auf jedem Lobus 2, selten 3 Borsten vorhanden.

b) Männliche L_2 (Taf. 2, Fig. 2).

Körper langgestreckter und schmäler als bei der weiblichen L_2. Ventralseite ohne wichtige Unterscheidungsmerkmale (siehe weibl. L_2!). Antennen 7-gliederig (bei der weibl. Zweitlarve 6-gliederig).

Dorsalseite mit zahlreichen Microporen (nach Sulc mehrere Typen). Seitliche Körperbezirke, ausgenommen hinterstes Körperdrittel, mit langgestreckten, tubulösen Knäueldrüsen; auch an der Grenze vom 2. zum letzten Körperdrittel in der Mitte der rechten und linken Körperhälfte vorhanden. Anordnung und Zahl der Doppelzylinderdrüsen wie bei der weibl. L_2, ebenso die der Marginaldornen und -borsten.

Variabilität: Die Zahl der dorsalen Doppelzylinderdrüsen ist wie bei der weibl. L_2 sehr variabel. Larven von *Ribes rubrum* (Herkunft München-Moosach) hatten zur Hälfte 5 Paar Doppelzylinderdrüsen, zur Hälfte keine. An *Robinia pseudacacia* gesammelte männl. L_2 (München, Englischer Garten) besaßen mit Ausnahme eines einzigen Tieres mit 5 Paar keine Doppelzylinderdrüsen; Larven von *Taxus baccata* (Aerdenhout, Holland) wiesen entweder nur 4 Paar oder keine Doppelzylinderdrüsen auf.

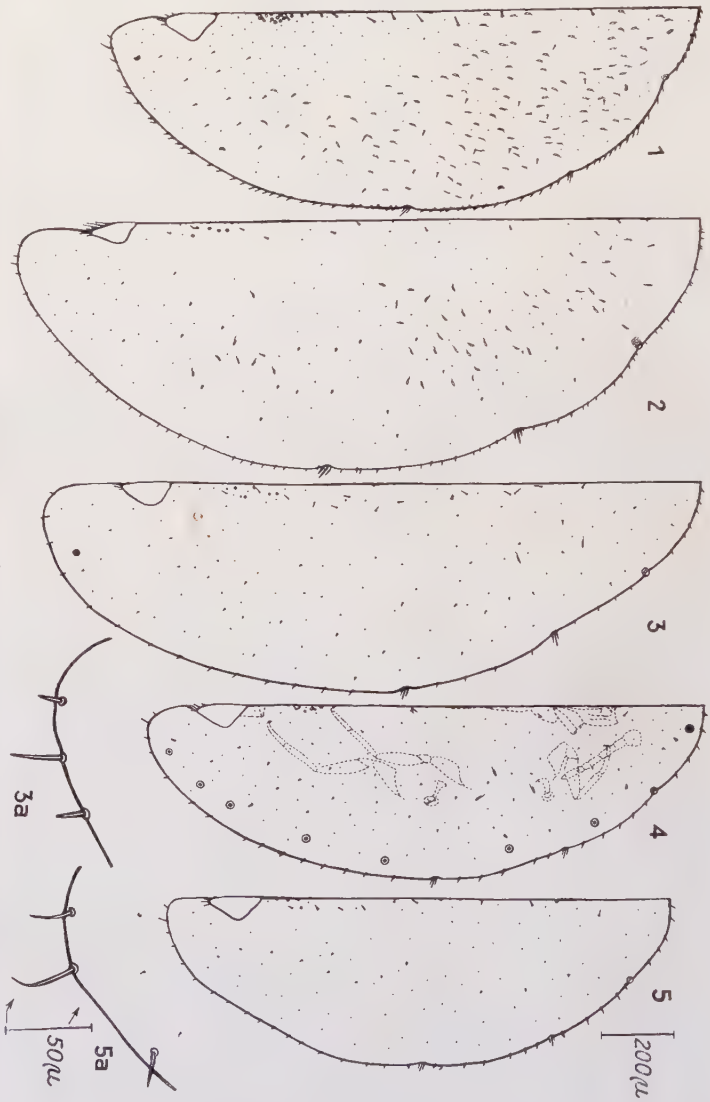
Häufiger als bei der weibl. L_2 sind bei der männl. L_2 auf jedem Analobus 2, manchmal auch 3 Borsten vorhanden.

Weibchen (Taf. 4, Fig. 1)

Weibchen kurz nach der Häutung:

Körperform oval, ziemlich gedrungen. Färbung rötlich bis graubraun (sehr variabel).

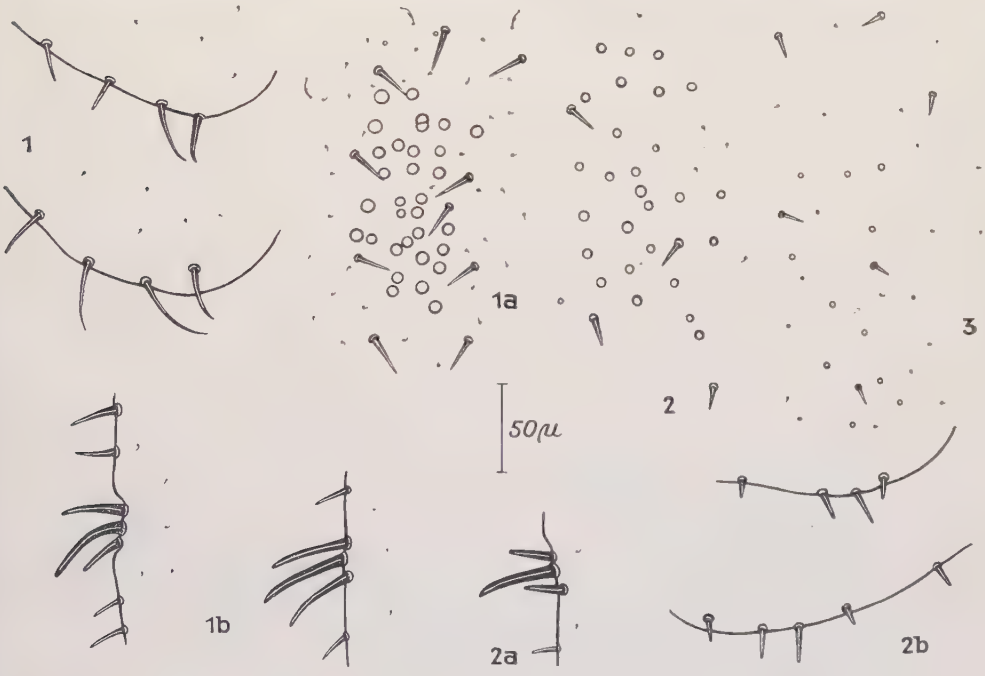
Ventralseite ohne auffällige artcharakteristische Merkmale. Neben anderen Drüsen scheibenförmige, 10-porige Drüsen sehr zahlreich, besonders in der Mitte der letzten Abdominalsegmente. Auf den letzten 3 normal ausgebildeten Abdominalsegmenten je 1 Paar langer Borsten (vgl. L1 und L2). Trochanter mit einer langen Borste an der Innenseite. Antennen 7-gliedrig, 5. Antennenglied mit e i n e r Borste.



Tafel 4.

Fig. 1: Dorsalansicht eines Jungweibchens von *E. corni*. Zahlreiche lange tubulöse Drüsen, einige reduzierte Doppelzylinderdrüsen, große Seiherdrüsen und viele Kleindrüsen sowie Drüsendornen vorhanden. Fig. 2: Dorsalansicht eines jüngeren Weibchens von *E. pulchrum*. Einige lange tubulöse Drüsen, Seiherdrüsen und zahlreiche Kleindrüsen vorhanden. Fig. 3: Dorsalansicht eines Jungweibchens von *E. crudum*. Vereinzelte Doppelzylinderdrüsen und lange tubulöse Drüsen, sowie zahlreiche Kleindrüsen und Drüsendornen vorhanden (Münchener Material). Fig. 3a: Hinterende eines Anallobus vom *E. crudum*-Weibchen. Fig. 4: Dorsalseite eines jungen Weibchens von *E. crudum* (ventral gelegene Beine, Antennen, Mundwerkzeuge und Stigmen gestrichelt). Normal ausgebildete und reduzierte Doppelzylinderdrüsen, vereinzelte lange tubulöse Drüsen, einige Seiherdrüsen und zahlreiche Kleindrüsen vorhanden (Erlanger Material). Fig. 5: Dorsalseite eines Jungweibchens von *E. arion*. Große Seiherdrüsen, zahlreiche Kleindrüsen und wenige Drüsendornen vorhanden. Fig. 5a: Hinterende eines Anallobus vom *E. arion*-Weibchen

Dorsalseite mit zahlreichen Drüsen: Doppelzylinderdrüsen in den seitlichen Körperbezirken, im Normalfalle insgesamt 9 Paar. 2 Paar auf der Stirn, 1 Paar zwischen Augen und den vorderen Stigmendornengruppen, 1 Paar zwischen vorderen und hinteren Stigmendornengruppen, 5 Paar auf dem Abdomen. Lange tubulöse Drüsen besonders auf der vorderen Körperhälfte ausgebildet. Microporen auf der ganzen Dorsalseite in großer Zahl (nach Sulc mehrere Typen). Große Seiherdrüsen in der Körpermitte etwas oberhalb der Analplatten, eine verhältnismäßig geschlossene Gruppe bildend und von größeren Dornen umstellt (Taf. 5, Fig. 1 a). Dorsale Drüsendornen groß und relativ zahlreich, besonders groß auf dem dorsomedianen Rückenkiel.



Tafel 5.
Fig. 1: Hinterende der Analloben vom *E. corni*-Weibchen. Fig. 1a: Seiherdrüsengruppe des *corni*-Weibchens oberhalb der Analplatten. Fig. 1b: Stigmendornengruppen von *E. corni*-Weibchen. Fig. 2: Seiherdrüsengruppe des *E. pulchrum*-Weibchens oberhalb der Analplatten. Fig. 2a: Stigmendornengruppe eines *E. pulchrum*-Weibchens. Fig. 2b: Hinterende der Analloben von *E. pulchrum*-Weibchen. Fig. 3: Seiherdrüsengruppe oberhalb der Analplatten vom *E. arion*-Weibchen

Marginaldornen zahlreich (im Mittel 150—200); auf dem Kopf, hinter den Augen und zwischen den Stigmendornengruppen in 2 Reihen angeordnet. Dornen verhältnismäßig stark, mittellang, an der Spitze in der Regel etwas nach hinten gekrümmt. Vorletzter Marginaldorn wesentlich länger als übrige Marginaldornen, manchmal borstenartig (Taf. 5, Fig. 1). Stigmendornen größer als Marginaldornen; mittlerer Dorn jeder Gruppe am stärksten und längsten (Taf. 5, Fig. 1 b). Analplatten ziemlich groß, triangulär.

Variabilität: Die Zahl der ventralen 10-porigen Drüsen kann sehr wechselhaft sein. Bei den in Süddeutschland an Laubhölzern ge-

sammelten Weibchen war sie durchweg sehr hoch. Dagegen hatten die von REYNE in Aerdenhout (Holland) an *Taxus baccata* gesammelten Weibchen zwar auch zahlreiche 10-porige Drüsen, im Durchschnitt jedoch weniger als die Laubholztiere aus Süddeutschland. Von den dorsalen Doppelzylinderdrüsen sind bei vielen Weibchen weniger als 9 Paar ausgebildet. Manche Weibchen besitzen neben normal ausgebildeten auch reduzierte, wieder andere nur reduzierte (in unterschiedlicher Zahl) oder weder normal ausgebildete, noch reduzierte Doppelzylinderdrüsen. Weibchen von *Acer pseudoplatanus* (München, Englischer Garten) besaßen zur Hälfte weder normale, noch reduzierte Doppelzylinderdrüsen, zur anderen Hälfte wenige reduzierte (1, 2 und 4 Drüsen). Weibchen von *Tilia platyphyllos* (gleicher Fundort wie oben) besaßen teils normale und reduzierte Doppelzylinderdrüsen in variabler Zahl nebeneinander, teils nur normale oder nur reduzierte Doppelzylinderdrüsen. Die Größe der normal ausgebildeten und reduzierten Doppelzylinderdrüsen ist verschieden. Auch die Zahl der langen tubulösen Dorsaldrüsen schwankt von Individuum zu Individuum und Fundort zu Fundort beträchtlich. Weibchen von *Tilia platyphyllos* und *Robinia pseudacacia* (München, Englischer Garten) besaßen alle sehr zahlreiche tubulöse Dorsaldrüsen, besonders auf der vorderen Körperhälfte. Weibchen von *Acer pseudoplatanus* (gleicher Fundort) und *Taxus baccata* (Aerdenhout, Holland) hatten fast ausnahmslos nur sehr wenige, meist zwischen den Drüsendornen des dorsomedianen Rückenkieles gelegene lange tubulöse Drüsen. Die Zahl der dorsalen Rückendornen ist ebenfalls variabel, aber immer ziemlich groß. Auch die Zahl der oberhalb der Analplatten gelegenen großen Seiherdrüsen ist verschieden. Sie beträgt gewöhnlich über 20; bei den Weibchen von *Taxus baccata* (Aerdenhout, Holland) lag sie fast immer unter diesem Wert.

Abb. 1. Weibchen von *Eulecanium corni* vor Beginn der Eiablage an *Crataegus oxyacantha*. Rückenfärbung sehr unterschiedlich (die ganz kleinen schwarzen Tiere sind parasitiert). Etwa 1,5 : 1

Die Zahl der Marginaldornen ist beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Sie beträgt in der Regel zwischen 150 und 200. Es gibt jedoch auch Tiere, die zwischen 100 und 150 oder etwas mehr als 200 Dornen besitzen. Weniger als 100 Marginaldornen habe ich bisher nicht beobachtet. Bei manchen Tieren ist nicht nur der vorletzte Marginaldorn auf den Loben, sondern auch der vorvorletzte wesentlich länger als die übrigen Dornen. Es gibt ganz selten auch Weibchen, bei denen der vorletzte Dorn nur wenig oder nicht verlängert ist.

Die Färbung der Dorsalseite der Weibchen v o r d e r E i a b l a g e ist sehr verschieden. Bei manchen Tieren ist sie schwarzbraun oder schwarzgrau. Eine Bänderung ist in diesen Fällen nicht zu erkennen. Wieder andere haben eine helle, gelblichweiße Grundfärbung und in der vorderen Körperhälfte

3 verhältnismäßig breite dunkle Pigmentquerbinden, die nur in der Körpermitte etwas unterbrochen sind, sowie in der hinteren Körperhälfte 5 weitere, wesentlich schmälere Querbänder, welche in der Körpermitte breiter unterbrochen sind, so daß hier ein breiter, nicht pigmentierter Mittelstreifen frei bleibt. Seltener kommen auch Weibchen vor, bei welchen nur die 3 vordersten Pigmentquerbänder mehr oder weniger deutlich ausgebildet sind. Zwischen den angeführten Möglichkeiten gibt es alle Übergänge. Oft kommen alle in der gleichen Kolonie nebeneinander vor.

Mit fortschreitender Eiablage verliert die Dorsalseite der Weibchen die Bindenzeichnung sehr schnell und nimmt eine immer intensiver werdende dunkelbraune Färbung an. Der alte „Schild" (Rest des Körpers des Weibchens nach der Eiablage) oder „Napf" ist von sehr unterschiedlicher Länge, Breite und Höhe, fast immer weniger als halbkugelig, selten halbkugelig gewölbt.

Männchen (Taf. 6, Fig. 1)

Antennen, Extremitäten, Kopf, Thorax und Abdomen stärker behaart. Flügel groß, Halteren fehlend.

Bionomie und Ökologie[4])

Nährpflanzen: *Taxus, Juglans, Salix, Populus, Corylus, Carpinus, Betula, Alnus, Quercus, Ulmus, Morus, Philadelphus, Ribes, Spiraea, Prunus, Pirus, Cydonia, Mespilus, Crataegus, Rubus, Rosa, Robinia, Acer, Aesculus, Pavia, Rhamnus, Frangula, Vitis, Tilia, Cornus, Ligustrum, Fraxinus, Forsythia.*

Entwicklungszyklus: Die L_2 beider Geschlechter überwintert in angesogenem oder nicht angesogenem Zustande an Stämmen und Zweigen der Nährpflanzen, gelegentlich auch unter abgefallenem Laub. Schon an warmen Wintertagen, vor allem aber im Frühling, beginnt ein Teil der Larven zu wandern und setzt sich an zur Weiterentwicklung günstigen jüngeren Zweigen fest. Die übrigen bleiben am Überwinterungsort, sofern hier die Nahrungsaufnahme möglich ist. Nach allmählicher Größenzunahme erfolgt die 2. Häutung der weibl. L_2 im Laufe des April und in der 1. Maihälfte. Die männl. L_2 sezernieren einen kahnförmigen, weißlichen Sekretschild, unter welchem sie sich im April und Mai über die Pronymphe zur Nymphe und Imago entwickeln.

Während in Süddeutschland nach eigenen Beobachtungen in den Kolonien von *E. corni* nahezu regelmäßig eine unterschiedliche Zahl männlicher Entwicklungsstadien — die Zahl der Männchen ist praktisch immer wesentlich niedriger als die der Weibchen — vorhanden ist, wurden in bestimmten Gebieten Norddeutschlands und Hollands (nach brieflicher Mitteilung von A. Reyne, Amsterdam) an Laubhölzern nie Männchen beobachtet. An *Taxus baccata* hat Reyne (1952) in Holland jedoch Männchen festgestellt. Nach Untersuchungen von Thiem (1933) und eigenen (Schmutterer, 1952 a) kann sich *E. corni* sowohl bisexuell als auch parthenogenetisch fortpflanzen. Suter (1952) zieht in Zweifel, ob es auch bei Vorhandensein von Männchen zu Kopulationen kommt, da er die

[4]) Alle folgenden Angaben sind nach aus Mitteleuropa vorliegenden Beobachtungen zusammengestellt.

Kopula niemals beobachten und auch kein Sperma im Receptaculum der Weibchen nachweisen konnte. Ich selbst habe die Begattung in mehreren Fällen beobachtet.

Die Ablage der Eier vollzieht sich in der ersten Maihälfte und im Juni. Die Larven schlüpfen im Juli und wandern an die Unterseiten der Blätter, wo sie sich festsaugen. Die 1. Häutung der L_1 findet im August und September statt. Im Oktober und November wandern die L_2 zur Überwinterung an Zweige und Stämme ab; manche bleiben auf den Blättern und gehen hier nach dem Laubfall zum größten Teil zugrunde.

Bisher bekannte Verbreitung: Europa, Asien, Nord- und Südamerika, Australien.

Eulecanium pulchrum (KING), Eichen-Napfschildlaus

Wichtigste Synonyma: *Lecanium pulchrum* (KING); *Eulecanium alni, var. rufulum* (CKLL.); *Eulecanium rufulum* (CKLL.); *Palaeolecanium rufulum* (CKLL.); *Palaeolecanium xylostei, var. rufulum* (CKLL.); *Lecanium quercus* (DELAP.).

L_1

Körper oval geformt, nicht so langgestreckt wie bei L_1 von *E. corni,* auch etwas gedrungener.

Merkmale der Ventralseite wie bei L_1 von *E. corni.* Die eingezogene Stechborstenschleife reicht in ausgestrecktem Zustand bis zum Analwulst.

Dorsalseite: Keine typischen serialen Zwillingsdrüsen (vgl. L_1 von *E. corni)* vorhanden. Auf der Stirn 2 kleine 3-porige Stirndrüsen (nach SULC [1932] sind bei der L_1 von *E. pulchrum* derartige Drüsen nicht vorhanden). 5 Paar kleine Rückendornen entwickelt; Anordnung wie bei *corni*-L_1. Ebenso Zahl, Anordnung und Form der marginalen Borstendornen wie bei L_1 von *E. corni.* Stigmendornen kürzer als bei *corni,* mittlerer Dorn am kräftigsten und wenig länger als die beiden anderen Dornen; an der Spitze leicht nach unten gekrümmt, mehr oder weniger stumpf (Taf. 1, Fig. 2).

Variabilität: Bei vereinzelten L_1 sind ganz wenige, sehr kleine und nur mit Ölimmersion sichtbare Zwillingsdrüsen ausgebildet. Die Zahl der Marginalborstendornen ist nach meinen Beobachtungen an zahlreichen Larven konstant. 8 Borsten liegen auf dem Kopf, zwei jederseits zwischen Auge und vorderer Stigmendornengruppe, 2 zwischen vorderer und hinterer Stigmendornengruppe und 8 auf jeder Abdominalhälfte. SULC (1932) gibt auf dem Kopf nur 6, auf jeder Hälfte des Abdomens 9 Borstendornen an.

L_2 (Taf. 2, Fig. 5)

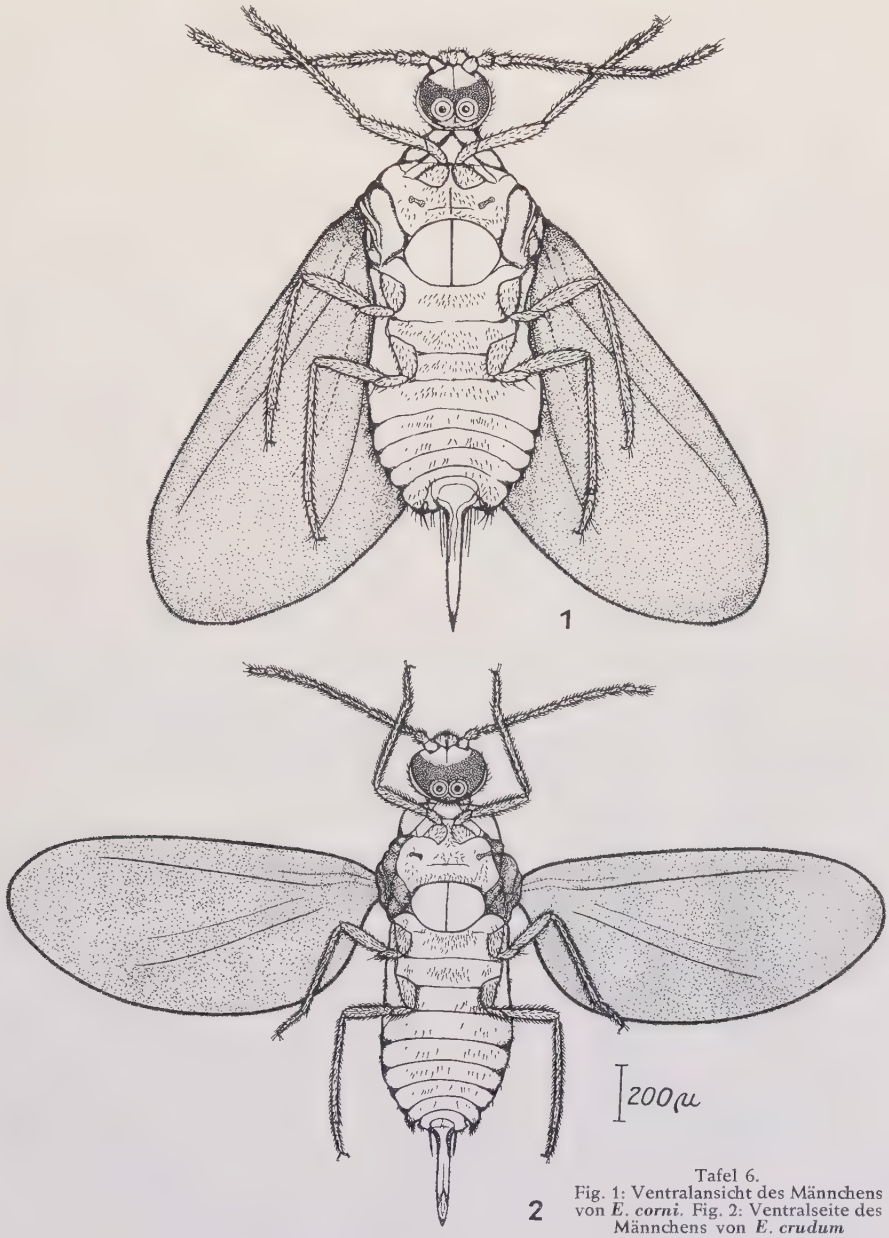
Weibl. L_2 (männl. bisher unbekannt):

Form oval, Abdomen verhältnismäßig schmal und langgestreckt. Farbe während der Überwinterung graugefleckt; bei der jüngeren L_2 vor der Überwinterung in der vorderen Körperhälfte in der Gegend der Mundwerkzeuge ein schwärzlicher Fleck.

Ventralseite ohne wesentliche Unterscheidungsmerkmale (vgl. L_2 von *E. corni).* Antennen 6-gliederig.

Dorsalseite mit zahlreichen, auf der ganzen Fläche verstreuten Microporen. Doppelzylinderdrüsen weder in ausge-

bildeter noch reduzierter Form vorhanden. Marginaldornen am seitlichen Körperrand relativ klein, im Durchschnitt etwa 70 Dornen am ganzen Körperrand; auch auf der Stirn und in einer Reihe angeordnet. Vorletzter Marginaldorn auf den Analloben borstenartig verlängert, etwa doppelt so lang oder noch etwas länger als gewöhnliche Marginaldornen (Taf. 3, Fig. 4 a). Stigmendornen wie bei L1, aber größer (Taf. 3, Fig. 4).



Tafel 6.
Fig. 1: Ventralansicht des Männchens von *E. corni*. Fig. 2: Ventralseite des Männchens von *E. crudum*

Variabilität: Die Zahl der Marginaldornen schwankt zwischen 60 und 80. An bestimmten Plätzen in Süddeutschland besitzen die L_2 regelmäßig weniger als 70, an anderen mehr als 70 Dornen. Der vorletzte Marginaldorn auf den Analloben ist gelegentlich nur wenig länger als die gewöhnlichen Dornen, manchmal nur auf einem Anallobus, selten auf beiden Loben nicht ausgebildet.

Weibchen (Taf. 4, Fig. 2)

Weibchen kurz nach der Häutung:
Form oval, Färbung schmutziggrau.
Ventralseite: Merkmale im großen und ganzen mit denen von *E. corni* übereinstimmend, in der Regel aber etwas weniger 10-porige Drüsen als bei *corni* vorhanden. Antennen 7-gliederig.

Dorsalseite mit verschiedenen Drüsentypen. Doppelzylinderdrüsen nicht vorhanden, auch nicht in reduzierter Form. Microporen wie bei *E. corni* sehr zahlreich auf der ganzen Dorsalseite verstreut. Lange tubulöse Drüsen meist in größerer Zahl vorhanden, vorwiegend auf der vorderen Körperhälfte. Große Seiherdrüsen oberhalb der Analplatte, eine lockere Gruppe bildend; Größe der Seiherdrüsen geringer als bei *corni* (Taf. 5, Fig. 2). Dorsale Drüsendornen ziemlich zahlreich, auch auf dem dorsomedianen Rückenkiel kleiner als bei *corni*. Marginaldornen sehr zahlreich (im Mittel 150), auf dem Kopf undeutlich in 2 Reihen angeordnet. Dornen relativ klein, mehr oder weniger stumpf, mit meist etwas nach hinten gekrümmter Spitze. Vorletzter Marginaldorn auf den Loben nicht oder nur wenig größer als gewöhnliche Marginaldornen (Taf. 5, Fig. 2 b), nie borstenartig. Stigmendornen größer und kräftiger als Marginaldornen, mittlerer Dorn am längsten (Taf. 5, Fig. 2a).

Abb. 2. Weibchen von *Eulecanium pulchrum* vor der Eiablage. Bänderung und Färbung der Dorsalseite verhältnismäßig einheitlich Etwa 2:1

Variabilität: Die Zahl der großen tubulösen Dorsaldrüsen ist sehr verschieden. Die meisten Weibchen besitzen eine größere Zahl davon, manche aber nur sehr wenige. Daß sie völlig fehlen, wurde von mir bisher nicht beobachtet. Die Marginaldornenzahl beträgt im Mittel etwa 150 (als Maximum wurden bisher 183 Dornen ermittelt), doch gibt es in manchen Populationen auch Weibchen, welche nur wenig mehr als 100 oder etwas weniger als 100 Marginaldornen besitzen. Nicht nur der vorletzte, sondern auch der drittletzte Anallobendorn ist gelegentlich etwas länger als die gewöhnlichen Marginaldornen.

Die Färbung der Dorsalseite der Weibchen vor Beginn der Eiablage ist wesentlich einheitlicher als bei *E. corni*. Die Grundfarbe ist an den Seiten des Körpers grau bis schmutziggelb. In der Mitte der

hinteren Körperhälfte liegt ein großer, rötlicher Fleck. In der vorderen Körperhälfte sind wie bei manchen Weibchen von *corni* 3 breite, dunkle Pigmentquerbänder ausgebildet. Das mittlere Band ist in der Mitte nicht oder nur wenig unterbrochen. In der hinteren Körperhälfte sind 5 schmälere Querbänder vorhanden, die in der Mitte breiter unterbrochen sind. Das Vorderende der Weibchen ist verglichen mit dem der von *E. corni* etwas schmäler und mehr in die Länge gezogen, auch ist die Wölbung des Rückens bei *pulchrum* weniger stark als bei *corni*.

Mit fortschreitender Eiablage nimmt die Dorsalseite der Weibchen manchmal eine dunkelbraune, leicht glänzende Färbung an; in der Regel wird sie aber hellbraun und glanzlos.

Biologie und Ökologie

Nährpflanzen: *Quercus, Fagus, Castanea, Vaccinium, Sarothamnus, Carpinus, Rosa, Rubus.*

Entwicklungszyklus: Die Überwinterung erfolgt ausschließlich im 2. Larvenstadium. Wie bei *E. corni* wandert in den ersten warmen Frühlingstagen ein Teil der L_2 auf der Suche nach günstigen Plätzen zum Ansaugen an jüngeren Zweigen der Nährpflanzen umher. Die 2. Häutung tritt in der zweiten April- und der ersten Maihälfte ein. Männchen habe ich bisher nur zwei an *Vaccinium myrtillus* gefunden. Weitere Nachweise sind mir aus der Literatur nicht bekannt. Die Fortpflanzung erfolgt in der Regel eingeschlechtlich. Die Eiablage dauert von Ende Mai bis Ende Juni. In der 2. Junihälfte beginnt das Schlüpfen der Larven. Die L_1 wandern an die Blätter und saugen sich bevorzugt an den Unterseiten an. Die 1. Häutung findet Ende August und im September statt. Die Abwanderung von den Blättern auf die Zweige zur Überwinterung erfolgt vor dem Laubfall Ende Oktober und im November.

Bisher bekannte Verbreitung: Frankreich, Deutschland, Tschechoslowakei, Rußland.

Eulecanium arion (LDGR.), Lebensbaum-Napfschildlaus

Wichtigste Synonyma: *Lecanium arion LDGR.; Palaeolecanium xylostei,* var. *fletcheri (CKLL.); Eulecanium persicarum arion (LDGR.).* [5])

L_1 (Taf. 1, Fig. 3)

Form oval, ziemlich gedrungen (vgl. L_1 von *E. pulchrum!*).

Merkmale der Ventralseite kaum von denen der L_1 von *E. corni* und *E. pulchrum* abweichend. Die eingezogene Stechborstenschleife überragt in ausgestrecktem Zustand bei der frischgeschlüpften Larve das Hinterende des Tieres mehr oder weniger stark.

Merkmale der Dorsalseite ähnlich wie bei L_1 von *E. pulchrum:* Keine typischen serialen Zwillingsdrüsen, aber 1 Paar kleiner dreiporiger Kopfdrüsen und 5 Paar kleine Rückendornen vor-

[5]) Die von mir schon früher (Schmutterer 1952 c) vermutete Identität von *E. arion (LDGR.)* mit *E. fletcheri (CKLL.)* konnte nicht bestätigt werden, da geeignetes Jungweibchenmaterial aus den USA und Kanada bisher noch nicht zu beschaffen war. Die Übereinstimmung ist jedoch sehr wahrscheinlich.

handen. Zahl, Stärke und Form der marginalen Borstendornen wie bei L1 von *pulchrum*. Stigmendornen klein, mittlerer Dorn am stärksten und längsten.

Variabilität: Gelegentlich sind auf der Dorsalseite einzelne, mit Ölimmersion sichtbare, sehr kleine Zwillingsdrüsen ausgebildet (SCHMUTTERER, 1952 c).

L_2 (Taf. 2, Fig. 4)

Weibliche L_2 (männl. L_2 bisher unbekannt):

Form oval, Abdomen verhältnismäßig schmal und langgestreckt. Farbe während der Überwinterung intensiv orangegelb.

Merkmale der Ventralseite weitgehend mit denjenigen der L_2 von *E. corni* und *E. pulchrum* übereinstimmend. Antennen stets 6-gliedrig.

Dorsalseite: Doppelzylinderdrüsen weder in ausgebildeter noch reduzierter Form vorhanden. Microporen in größerer Anzahl auf der ganzen Dorsalseite verstreut, aber nicht so zahlreich wie bei der weibl. L_2 von *E. corni*. Marginaldornen verhältnismäßig schwach und nicht sehr zahlreich, durchschnittlich 60, mehr oder weniger spitz. Vorletzter Anallobendorn borstenartig, doppelt so lang oder etwas mehr als doppelt so lang als gewöhnliche Dornen (Taf. 3, Fig. 1 a). Stigmendornen nur wenig stärker als Marginaldornen. Mittlere Stigmendorn am stärksten und längsten, etwa so lang wie gewöhnliche Marginaldornen, übrige Stigmendornen kürzer (Taf. 3, Fig. 1).

Variabilität: Die meisten L_2 besitzen über 60 Marginaldornen (ausgezähltes Maximum bei 30 Larven 68 Dornen), manche zwischen 50 und 60, wenige zwischen 45 und 50. Der borstenartige Lobendorn war bei allen untersuchten L_2 verschiedener Herkünfte (Erlangen und München) auf jedem Anallobus in Einzahl vorhanden.

Weibchen (Taf. 4, Fig. 5)

Weibchen kurz nach der 2. Häutung (Männchen bisher unbekannt):

Form oval, mehr oder weniger gedrungen. Farbe graubraun.

Merkmale der Ventralseite nur verhältnismäßig wenig von denjenigen der Jungweibchen von *E. corni* und *E. pulchrum* abweichend. 10-porige Drüsen in ähnlicher Anzahl wie bei *E. pulchrum*. Antennen 7-gliederig.

Dorsalseite: Doppelzylinderdrüsen nicht vorhanden, auch nicht in reduzierter Form. Lange tubulöse Drüsen nach allen bisherigen Beobachtungen (Herkunft des Materials Erlangen und München) ebenfalls fehlend. Microporen auf der ganzen Dorsalseite zahlreich, aber weniger häufig als bei *E. corni* und *E. pulchrum*. Große Seiherdrüsen oberhalb der Analplatte auf dem dorsomedianen Rückenkiel eine lockere Gruppe bildend (Taf. 5, Fig. 3). Seiherdrüsengröße und -Zahl in der Regel geringer als bei *corni* und *pulchrum* (meist weniger als 20). Rückendornen nicht zahlreich, mit Ausnahme der auf dem dorsomedianen Längskiel gelegenen ziemlich klein. Marginaldornenzahl im Vergleich zu *E. corni* und *E. pulchrum* gering, im Mittel 65. Dornen schwächer und kürzer als bei *corni*, auch schwächer als bei *pulchrum*, an der Spitze nicht oder nur sehr

wenig nach hinten gekrümmt. Vorletzter Anallobendorn meist deutlich länger als gewöhnliche Marginaldornen (Taf. 4, Fig. 5a). Stigmendornen ähnlich wie bei *E. corni*, aber etwas schwächer und kürzer.

Variabilität: Die Weibchen besitzen in der Regel 60—70 Marginaldornen, gelegentlich zwischen 55 und 60, selten weniger als 60. Der vorletzte Anallobendorn ist manchmal nur wenig länger als die gewöhnlichen Marginaldornen.

Abb. 3. Weibchen von *Eulecanium arion* während der Eiablage an *Thuja occidentalis*. Etwa 1 : 1

Die Rückenfärbung der Weibchen vor Beginn der Eiablage ist von Individuum zu Individuum verschieden, im ganzen gesehen jedoch verhältnismäßig einheitlich. Eine Querbindenzeichnung wie bei den Weibchen von *pulchrum* und manchen Weibchen von *corni* ist ganz selten nur andeutungsweise festzustellen. Die Rückenmitte zeigt einen relativ breiten, unpigmentierten Längsstreifen, die übrigen Partien der Dorsalseite haben eine schmutziggraue bis braungraue Pigmentierung mit dazwischenliegenden kleineren oder größeren unpigmentierten Flecken. Der alte „Schild" ist, von Ausnahmen abgesehen, wesentlich kleiner als bei *corni* und *pulchrum*, im typischen Falle halbkugelig oder etwas mehr als halbkugelig gewölbt und hinten stark abfallend. Seine Färbung ist hell- bis mittelbraun und teilweise glänzend.

Biologie und Ökologie

Nährpflanzen: *Thuja*[6]).

Entwicklungszyklus: Der Winter wird von *E. arion* als Zweitlarve überdauert. Nach allmählicher Größenzunahme findet die 2. Häutung Ende April und in der 1. Maihälfte statt. Männchen sind bei *E. arion* unbekannt. Die Fortpflanzung erfolgt nur eingeschlechtlich. Die Eiablage vollzieht sich in der 2. Maihälfte und im Juni. Die Larven kriechen im Juli aus und setzen sich nach vorangegangener Wanderung an schwachen Zweigen der Nährpflanzen fest. Die 1. Häutung findet Ende August und in der 1. Septemberhälfte statt. Vor und nach der Überwinterung ist keine Wanderung der L_2 zu beobachten.

Bisher bekannte Verbreitung: Holland, Deutschland, Frankreich, Schweden, Polen, Rußland.

---

[6]) Auf *Taxus baccata* konnte die Art bisher nicht festgestellt werden. Übertragungsversuche von *Thuja* auf *Taxus* hatten keinen Erfolg.

Eulecanium crudum (GREEN), Eiben-Napfschildlaus

Wichtigste Synonyma: *Eulecanium corni crudum* (GREEN); *Lecanium corni var. crudum* GREEN; *Coccus corni-crudum* (GREEN).

L_1 (Taf. 1, Fig. 4)

Körperform oval; Abdomen verhältnismäßig schmal, aber nicht so langgestreckt wie bei L_1 von *E. corni.*

Merkmale der Ventralseite ohne besondere Abweichungen von denen der übrigen bereits behandelten Arten der *corni*-Gruppe. Die eingezogene Stechborstenschleife reicht bis oder fast bis zum Analwulst (Unterscheidungsmerkmal von *E. arion* — L_1).

Dorsalseite: Große seriale Zwillingsdrüsen nicht vorhanden. Alle übrigen wesentlichen Merkmale wie bei *E. corni, E. pulchrum* und *E. arion:* 2 dreiporige scheibenförmige Kopfdrüsen, 5 Paar kleine Rückendornen, am Körperrand jederseits 16 Borstendornen. Stigmendornen wie bei *E. corni* ausgebildet, nur etwas kürzer (Taf. 1, Fig. 4 a).

Variabilität: In bestimmten Populationen (München, Botanischer Garten) besitzen einige wenige L_1 vereinzelte, sehr kleine dorsale Zwillingsdrüsen, in wieder anderen dagegen (Erlangen, Botan. Garten) haben sehr viele Erstlarven eine teilweise größere Zahl derartiger Drüsen.

L_2

a) Weibl. L_2 (Taf. 2, Fig. 6):

Form oval, Körper verhältnismäßig schmal und langgestreckt. Farbe während der Überwinterung intensiv orangegelb.

Merkmale der Ventralseite ohne besonderen Wert zur Unterscheidung von den nächsten Verwandten (vgl. *E. corni*). Antennen 6-gliederig.

Dorsalseite: 5 Paar Doppelzylinderdrüsen vorhanden, wie bei L_2 von *E. corni* auf den Randbezirken des Körpers liegend: 1 Paar auf der Stirn, 1 Paar zwischen den Augen und vorderen Stigmendornengruppen, 1 Paar zwischen vorderen und hinteren Stigmendornengruppen, 2 Paar auf der hinteren Hälfte des Abdomens. Microporen auf der ganzen Dorsalseite zahlreich, im Mittel etwas weniger als 60; von mittlerer Länge und Stärke, schwächer und kürzer als bei *E. corni,* kräftiger als bei *E. arion.* Vorletzter Anallobendorn borstenartig entwickelt, dreimal oder mehr als dreimal so lang wie die gewöhnlichen Marginaldornen (Taf. 3, Fig. 2 a). Stigmendornen ähnlich wie bei L_2 von *corni* ausgebildet, aber meist etwas kürzer (Taf. 3, Fig. 2).

Variabilität: In den meisten Populationen, die von mir untersucht wurden, besaßen die weibl. L_2 keine dorsalen Doppelzylinderdrüsen. Lediglich die im Botan. Garten von Erlangen gesammelten Tiere hatten durchwegs 5 Paar. Die weibl. L_2 besitzen in der Regel zwischen 55 und 65 Marginaldornen, einige wenige 45—55, sehr wenige mehr als 65 (ausgezähltes Maximum 66) oder weniger als 45 (Minimum 42). Bei manchen Individuen ist die Borste auf den Analloben nur einseitig oder überhaupt nicht vorhanden.

b) Männl. L_2 (Taf. 2, Fig. 3):

Form oval und langgestreckt, länger als bei der weibl. L_2. Färbung wie bei der weibl. L_2.

Merkmale der Ventralseite ohne Besonderheit. Antennen 7-gliederig.

Dorsalseite: Zahl, Anordnung und Ausbildung der Doppelzylinderdrüsen wie bei der weibl. L_2, ebenso die der Microporen. Lange tubulöse Drüsen wie bei der männl. L_2 von *E. corni* an den Seiten des Körpers mit Ausnahme des letzten Viertels, an der Grenze vom 3. zum letzten Körperviertel auch in der Mitte der rechten und linken Körperhälfte. Marginal- und Stigmendornen wie bei der weibl. L_2.

Variabilität entsprechend der weibl. L_2.

Weibchen (Taf. 4, Fig. 3 und 4)

Weibchen kurz nach der Häutung:

Form oval, ziemlich langgestreckt und relativ schmal, besonders Kopfpartie etwas schmäler und länger als bei *corni*. Farbe gelblich. Die wichtigsten Merkmale der Ventralseite im wesentlichen mit denen der Weibchen der bereits besprochenen Arten der *corni*-Gruppe übereinstimmend. 10-porige Drüsen zahlreich, aber weniger als bei corni. Antennen 7-gliederig.

Dorsalseite: Im typischen Falle 9 Paar normal ausgebildete und 5 Paar reduzierte Doppelzylinderdrüsen vorhanden. Anordnung der normal ausgebildeten Drüsen wie bei *corni:* 2 Paar auf dem Kopf, 1 Paar zwischen Augen und vorderer Stigmendornengruppe, 1 Paar zwischen vorderen und hinteren Stigmendornengruppen, 5 Paar auf dem Abdomen. Anordnung der reduzierten Doppelzylinderdrüsen: 1 Paar auf dem Kopf, 1 Paar hinter den Augen, 1 Paar zwischen den Stigmendornengruppen, 2 Paar auf der hinteren Hälfte des Abdomens. Lange tubulöse Drüsen in sehr geringer Zahl auf der vorderen Körperhälfte. Microporen sehr zahlreich, auf der ganzen Dorsalseite vorhanden. Seiherdrüsen oberhalb der Analplatten eine lockere Gruppe bildend. Dorsale Drüsendornen zahlreich, wesentlich zahlreicher als bei *E. arion;* Rückenkieldornen bedeutend größer als alle übrigen Drüsendornen. Marginaldornen nicht sehr zahlreich, am ganzen Körper in einer Reihe; Zahl der Dornen durchschnittlich 60. Dornen verhältnismäßig kurz, schwächer und kürzer als bei *E. corni,* aber kräftiger als bei *E. arion,* Spitze nicht oder sehr wenig nach hinten gekrümmt. Vorletzter Marginaldorn auf den Analloben etwas größer als gewöhnliche Marginaldornen, nieborstenartig (Taf. 4, Fig. 3a). Stigmendornen ähnlich wie bei *corni* ausgebildet, aber kürzer und meist etwas schwächer.

Variabilität: Die Zahl der dorsalen Doppelzylinderdrüsen ist je nach Individuum und Örtlichkeit sehr verschieden. Alle im Botanischen Garten von Erlangen gesammelten *crudum*-Weibchen besaßen zahlreiche Doppelzylinderdrüsen (zwischen 12 und 19). Gelegentlich traten bei diesen Tieren auch „überzählige" Drüsen auf (mehr als 9 Paar). Alle Weibchen des Erlanger Materials hatten außer den normal ausgebildeten Doppelzylinderdrüsen auch reduzierte (Taf. 4, Fig. 4). Die Zahl der reduzierten Drüsen belief sich auf 9—10. Von im Botan. Garten von Mün-

chen gesammelten Weibchen hatte nur 1/3 wenige (1—4) Doppelzylinderdrüsen, die restlichen Tiere hatten weder ausgebildete noch reduzierte Drüsen. Wie die Münchener *crudum*-Weibchen verhielten sich auch solche, welche von A. REYNE in Heemstede in Holland und von G. F. WILSON in England gesammelt worden waren.[7]) Die Größe der Doppelzylinderdrüsen ist verschieden. Die Weibchen aus Erlangen hatten sämtlich mehr oder weniger große, die aus München, Holland und England verhältnismäßig kleine Drüsen. Es kann vorkommen, daß die langen tubulösen Dorsaldrüsen völlig fehlen. Die Zahl der großen Seiherdrüsen oberhalb der Analplatten bewegte sich bei den Tieren aus Erlangen zwischen 15 und 28, bei den Weibchen aus München, Holland und England zwischen 8 und 20. Die Marginaldornenzahl ist ebenfalls sehr wechselhaft. Sie beläuft sich gewöhnlich auf 50—65. Wenige Weibchen haben mehr als 65 (ausgezähltes Maximum 68) oder zwischen 45 und 40 Dornen, einige noch weniger (Minimum 37).

Die Färbung der Dorsalseite der Weibchen v o r d e r E i a b l a g e ist von Tier zu Tier verschieden, aber wie bei *E. pulchrum* und *E. arion* im ganzen gesehen verhältnismäßig einheitlich. Die Grundfärbung ist gelblich. Nur die 3 vordersten Querbinden sind deutlicher ausgebildet. Die mittlere Binde ist in der Mitte verhältnismäßig schwach, die beiden anderen sind stärker unterbrochen. Das Pigment der Querbinden ist intensiv dunkelrot, besonders das der mittleren Binde. Auf der hinteren Hälfte des Körpers ist beiderseits des pigmentfreien dorsomedianen Mittelkieles und am Körperrand eine etwas dunklere Pigmentierung vorhanden; die 5 Querbinden fehlen oder sind nur schwach angedeutet. Der alte „Schild" ist unterschiedlich geformt. Auf Nadeln der Wirtspflanze sitzende „Schilde" sind ziemlich flach und breitsohlig, während an schwachen Zweigen befindliche wesentlich höher gewölbt und schmalsohliger sind. An dünnen Zweigen sind die Vorder- und Hinterenden der „Schilde" meist etwas in die Länge gezogen. Auf stärkeren Zweigen sitzende „Schilde" sind diejenigen von *E. arion* ähnlich. Die Schildfarbe ist gewöhnlich dunkelbraun und glänzend.

Abb. 4.
Weibchen von ***Eulecanium crudum*** an ***Taxus baccata*** vor der Eiablage. Links oben ein männlicher Schild

[7]) Ein Präparat mit 4 Weibchen von *E. crudum* aus England (leg. G. F. WILSON) erhielt ich durch Vermittlung von Dr. A. Reyne (Amsterdam).

Männchen (Taf. 6, Fig. 2)

Körpergröße geringer als bei *E. corni*. Behaarung von Kopf, Thorax und Abdomen schwächer als bei *corni*. Halteren nicht ausgebildet.

Biologie und Ökologie

Nährpflanzen: *Taxus baccata, Taxus brevifolia.*[8])

Entwicklungszyklus: Wie alle anderen Arten der *E. corni*-Gruppe überwintert *E. crudum* als L_2. Im Frühjahr wandern gewöhnlich nur wenige Larven auf der Nährpflanze umher, die meisten entwickeln sich ohne Wanderung am Überwinterungsort (Nadelbasis und schwächere, selten auch stärkere Zweige) weiter. Die 2. Häutung der weiblichen L_2 findet Ende April und im Mai statt. Im Laufe des Mai erscheinen auch die Männchen, welche sich unter von den L_2 sezernierten kahnförmigen Schilden entwickeln, die denen von *E. corni* sehr ähnlich, aber etwas kleiner sind.

Männchen wurden bisher in allen *crudum*-Kolonien beobachtet. Ihre Zahl liegt zumeist wesentlich unter der der Weibchen (Sexualindex 1 : 4 bis 1 : 8 zugunsten der Weibchen). Wie bei *E. corni* kann die Fortpflanzung sowohl bisexuell als auch parthenogenetisch erfolgen.

Die Eiablage findet Ende Mai und im Juni statt. Die L_1 schlüpfen im Laufe des Juli. Nach kurzer Wanderung setzen sie sich an den Nadeln und Jungtrieben der Wirtspflanzen fest. Die Häutung zur L_2 findet Ende August und im September statt. Vor der Überwinterung wandern gelegentlich einige L_2 von den Nadeln auf die Zweige.

Bisher bekannte Verbreitung: England, Frankreich (?), Holland, Deutschland.

Zusammenfassung

Die „Lecanien" *Eulecanium corni, E. pulchrum, E. arion* und *E. crudum* können anhand morphologischer Merkmale auseinandergehalten und bestimmt werden. Neben der Morphologie ist auch die Biologie der einzelnen Arten ein wichtiges Hilfsmittel für die Artunterscheidung.

Die größte Variabilität besitzt *Eulecanium corni* (Bché.), welches gewöhnlich auf Laubhölzern, gelegentlich aber auch auf Nadelhölzern wie *Taxus* lebt und auf dieser Pflanze eine Varietät bildet. Eine Aufstellung von Unterarten, wie sie in manchen Fällen bei *E. corni* und *E. crudum* berechtigt erscheint (vgl. Savescu, 1944) wurde nicht vorgenommen, da damit eine wesentliche Erschwerung der Bestimmung der einzelnen Arten verbunden wäre.

Die vorzugsweise an Cupuliferen (*Quercus*-sp.) saugende „Lecanie" *Eulecanium pulchrum* (King) ist zweifellos eine gute Art, ebenso die auf *Thuja* und *Biota* lebende E. arion (Ldgr.). Die bisher von verschiedenen Autoren als Varietät oder Subspecies geführte *E. crudum* (Green) (= *E. corni crudum* Green), die die Eibe besiedelt und wie *E. corni* stark variiert, ist ebenfalls eine gute Art. Sie ist von *E. arion* manchmal schwierig zu unterscheiden.

[8]) Im Botanischen Garten von München entwickelte sich die Art unter *Taxus*-büschen auch an *Saxifraga rotundifolia* normal.

E. corni lebt polyphag auf den meisten Laubhölzern, selten auf Koniferen. *E. pulchrum* besiedelt neben verschiedenen Sträuchern besonders Eichen (*Quercus*-sp.). *E. arion* saugt an *Thuja*, *E. crudum* an *Taxus*-Arten. *E. corni* und *E. crudum* pflanzen sich fakultativ, *E. pulchrum* und *E. arion* obligat parthenogenetisch fort.[9])

Die weitaus schädlichste Art ist *E. corni* (besonders an *Robinia, Fraxinus, Ulmus, Prunus, Vitis* und *Ribes!*). *E. pulchrum* (an *Quercus*-sp.), *E. arion* (an *Thuja occidentalis*) und *E. crudum* (an *Taxus baccata*) treten wesentlich seltener in Massenvermehrung, so daß eine Bekämpfung dieser Arten nur gelegentlich erforderlich ist.

Literaturverzeichnis

BORCHSENIUS, N. S.: Coccoidea der UdSSR. Moskau—Leningrad 1950.

BALACHOWSKY, A.: Etude biologique des Coccides du Bassin occidental de la Méditerranée. Encycl. Ent., 15, Paris 1932.

— — & MESNIL, L.: Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Paris 1935.

EBELING, W.: Host determined morphological Variations in *Lecanium corni*. Hilgardia, 11, 613—631, 1938.

FRICKHINGER, H. W.: Schildläuse auf Taxus- und Thujahecken *(Eulecanium pulchrum)*. Die kranke Pflanze, 11, 146, 1934.

FISCHER, H.: Kampf der Taxus-Schildlaus! *(Eulecanium pulchrum)*. Gartenbauwirtsch., 55, 1938.

GREEN, E. E.: Observations on british Coccidae XII. Ent. Mo. Mag., 66, 9—17, 1930.

— — — — XIV. Ibid., 70, 108—114, 1934.

GRINNIGHAM, C. T.: The Male *Lecanium corni* Bouché. Ent. Mo. Mag., 70, 41—42, 1934,

HADORN, CH.: Quelques cochenilles nuisibles aux coniferes d'ornement. Rev. hortic. Siusse, 11, 2—6, 1938.

LINDINGER, L.: In JAAP, Cocciden-Sammlung, Nr. 44, 1909.

— — Die Schildläuse Europas. Stuttgart 1912.

— — *Lecanium arion* LDGR. 1909 = *L. corni* BCHÉ., MARCH. Ber. d. Stat. f. Pflanzenschutz Hambg., S. 107, 1927/28.

— — Beiträge zur Kenntnis der Schildläuse. Konowia, 11, 177—205, 1932.

— — Was ist der richtige Namen von *Lecanium corni* Marchal? Z. f. Pflanzenkrankh., 44, 76—80, 1934.

— — Die Unterschiede der nordwestdeutschen „*Lecanium*"-Gattungen und -Arten. Bombus, 25, 113—114, 1943.

MARCHAL, P.: Notes sur les cochenilles de l'Europe et du Nord de l'Afrique. Ann. Soc. Ent. France, 87, 265—280, 1908.

NEWSTEAD, R.: A monograph of the British Coccids. 2 Bd., London 1901/03.

OSSIANNILSSON, F.: Bidrag till kännedomen om den svenska sköldlusfaunan *(Hom. Coccoidea)*. Opusc. Entomol., 16, 1—14, 1951.

REYNE, A.: Nieuwe Coccidae voor Nederland. Tijdschr. Ent., 94, p. XXXIX—XLI (Verslag), 1951.

SAVESCU, A.: Formes écologiques des Lécanides de la faune roumaine. Bull. Sect. Scient. Acad. Roum., 27, 1—17, 1944.

SCHMUTTERER, H.: Die Ökologie der Cocciden Frankens. Ztschr. ang. Ent., 33, 369—420, 544—584; 34, 65—100, 1952 a.

— — Zur Kenntnis der Schildlausfauna Bayerns. Nachrichtenbl. Bayer. Entom., 1, 14—15, 18—21, 1952 b.

— — Die Lebensbaumschildlaus *Eulecanium arion* (LDGR.) *(Homopt., Coccoidea)*, die Erzeugerin des Lebensbaumhonigtaues. Z. f. Bienenforschg., 1, 128—132, 1952 c.

SILVESTRI, F.: Compendio di entomologia applicata. 2. Bd., Portici 1939.

SULC, K.: Die tschechoslowakischen *Lecanium*-Arten. Act. Soc. Scient. Nat. Morav., 7, 1—134, 1932.

SUTER, P.: Zur Biologie von *Lecanium corni* BCHÉ. *(Homopt. Coccid.)*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges., 23, 95—103, 1950.

THIEM, H.: Beitrag zur Parthenogenese und Phaenologie der Geschlechter von *Eulecanium corni (Coccidae)*. Z. Morph. Ökol., 27, 294—324, 1933.

[9]) Es ist fraglich, ob die bei *E. pulchrum* ganz selten auftretenden ♂♂ zu Kopulationen fähig sind.

Thiem, H.: Zur Biologie und Bekämpfung der Napfschildlaus *Eulecanium pulchrum* King, March. (= *Lec. arion* Ldgr.) *auf Koniferen.* Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzd., 14, 75—76, 1934.
Wilson, G. F.: The Yew Scale. J. R. Hort. Soc., 69, 244—248, 1944.
Wünn, H.: Zur Coccidenfauna von Schleswig-Holstein. Schrift. Nat. Ver. Schlesw.-Holst., 22, 1—69, 1928.
— — Bemerkungen über Cocciden. Bad. Blätt. angew. Ent., 2, 368—372, 1929.
Welsch, J.: Zur Massenvermehrung der Pflaumenschildlaus *(E. corni* Bché. March.) und ihre Ursachen. Landwirtsch. J., 84, 401—493, 1937.

Aus dem Commonwealth Institute of Biological Control,
European Laboratory, Feldmeilen (Zürich)

Cremifania nigrocellulata Czerny *(Diptera, ? Chamaemyiidae)*, ein Räuber an *Dreyfusia* (Adelges) *piceae* Ratz. *(Hemiptera, Adelgidae)*

Von

Vittorio Delucchi und Hubert Pschorn-Walcher

Mit 11 Abbildungen und 3 Diagrammen

Inhalt: I. Einleitung. — II. Morphologie. — A. Äußere Morphologie. — B. Innere Morphologie. — C. Allgemeine Schlußfolgerungen. — III. Biologie. — A. Verbreitung und Wirtsspezifität. — B. Entwicklungsablauf und Nahrungsverbrauch der einzelnen Stadien. — IV. Parasiten. — V. Bedeutung für die biologische Bekämpfung. — VI. Zucht und Versandmethode. — VII. Zusammenfassung. — VIII. Literaturverzeichnis.

I. Einleitung

Cremifania nigrocellulata Czerny (1904) wurde erstmalig am 15. 8. 1904 in einem einzigen Exemplar, einem Weibchen, von Czerny selbst in der Umgebung von Kremsmünster (Oberösterreich) aufgefunden. Seitdem ist die Art nicht mehr wiedergemeldet worden und daher in den Ruf einer besonderen Seltenheit gelangt.

Als im Jahre 1950 durch unser Institut für das Dominion Parasite Laboratory von Belleville (Ontario, Kanada), über Auftrag des kanadischen Landwirtschaftsministeriums, das Studium der Räuber von *Dreyfusia piceae* Ratz. (Weißtannenlaus, Tannenstammlaus) im mitteleuropäischen Befallsgebiet aufgegriffen wurde, konnte festgestellt werden, daß *C. nigrocellulata* zum Vertilgerkomplex der Laus — neben den folgenden Arten: *Pullus impexus* Muls., *Laricobius erichsoni* Rosenh., *Aphidecta obliterata* L., *Leucopis griseola* Fall., *Leucopomyia obscura* Hal., *Syrphus arcuatus* Fall., *Cnemodon latitarsis* Egg., *Aphidoletes thompsoni* Moehn und *Chrysopa ventralis* Curt. — gehört. Nach einem eingehenden Studium der Biologie derjenigen wichtigsten Räuber, die für einen Export nach Kanada geeignet schienen (Franz, 1953; Delucchi, a, b), konnten Massenzuchten und Versand dieser Arten in Angriff genommen werden. So kamen unter anderen in den Jahren 1952 und 1953 auch 2200 Imagines von *Cremifania* nach Kanada zum Versand, um dort zur biologischen Bekämpfung der Weißtannenlaus zum Einsatz zu gelangen. Wie bekannt (Balch, 1952), wurde *Dreyfusia* anfangs 1900 nach Ostkanada eingeschleppt und hat sich dort als gefährlicher Schädling hauptsächlich der Balsamtanne erwiesen. Im Jahre 1933 wurde von England aus die *Chamaemyiidae L. obscura* nach Kanada verbracht, nachdem schon Trädgardh (1931) auf die Bedeutung der Art

als wichtiger Gegenspieler der Stammlaus hingewiesen hatte. Man suchte durch diese Akklimatisierung die Wirkung der einheimischen kanadischen Arten, von denen keine bei uns vertreten ist, im Gesamteffekt bedeutend zu steigern.

Zur Erzielung des gewünschten Erfolges schien es aber 20 Jahre später notwendig, daß für derartige Vorhaben der biologischen Schädlingsbekämpfung das gründliche Studium des gesamten Vertilgungskomplexes im zentralen Verbreitungsgebiet des Schädlings, unter für kanadische Verhältnisse besser entsprechenden Klimabedingungen Voraussetzung sei. Veranlassung dazu gab sich aus dem Umstand, daß die zwischen 1935 und 1937 ebenfalls von England importierten Räuberarten gar den strengen kanadischen Wintern gänzlich zum Opfer gefallen waren.

Zweck dieser Arbeit ist es, aus dem Vertilgerkomplex von *D. piceae* die bisher völlig unbekannte *C. nigrocellulata* herauszugreifen und die wichtigsten taxonomisch-morphologischen Merkmale und biologischen Angaben sowie die Bedeutung der Art für die biologische Schädlingsbekämpfung darzustellen.

Für die Ermöglichung der Zusammenarbeit im Laboratorium von Feldmeilen und für wertvolle systematische Hinweise sind wir Herrn Prof. L. P. Mesnil zu Dank verpflichtet.

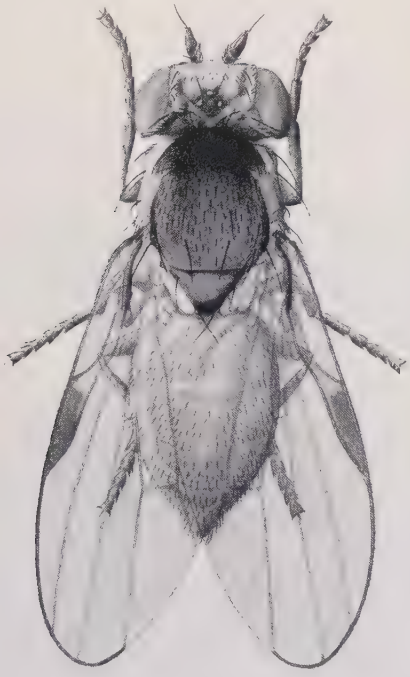


Abb. 1. Weibchen von *Cremifania nigrocellulata* Czerny, nat. Größe 2,8 mm, (Reprod. eines farbigen Originals, gezeichnet mit Binokular nach einem im alkohol. Bouin fixierten Individuum; Delucchi del.)

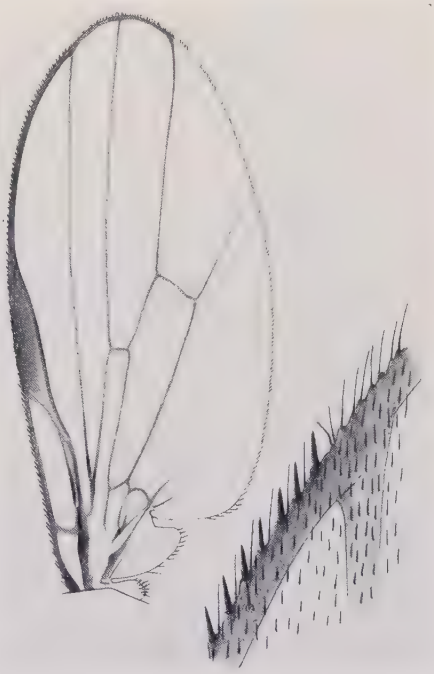


Abb. 2. Vorderflügel des Weibchens und Detail des Flügelvorderrandes

II. Morphologie

A. Äußere Morphologie

1. Imago

Für das Weibchen gilt die Originalbeschreibung von CZERNY (1904). Als Ergänzung sollen hier nur eine dorsale Gesamtansicht und Einzelbilder der Flügel und Fühler dienen (Abb. 1, 2 und 3).

Abb. 3. Fühler des Weibchens von beiden Seiten

Das Männchen unterscheidet sich vom Weibchen sofort durch die reduzierte Abdomengröße und durch die, mit stärkerer Sklerotisierung der Abdominaltergite und -sternite verbundene dunklere Färbung. Mit Ausnahme des Postabdomens ist der Körperbau und die Beborstung gleich wie beim Weibchen. Vom 5. Abdominalsegment weg stehen beim Männchen dorsal nur kurze Haare auf dem Hypopygium und dessen beiden Anhangspaaren und ein Kranz von 4 bis 8 langen Borsten auf dem vorhergehenden Tergit (Abb. 4, a). Bei den Segmenten VI—VIII fällt die asymmetrische Ausbildung auf, die durch eine Verlagerung der 6. und 7. Sternite auf die linke Körperseite hervorgerufen wird. Bedingt ist diese Asymmetrie durch die Verlängerung des Aedeagus, wie es auch von anderen Acalyptraten bekannt ist. Das Hypopygium trägt zwei Anhangspaare (Abb. 4, c), von denen die seitlichen, kurzen Loben als Gonopoden, die medianen, zum größten Teil verschmolzenen, als Cerci zu deuten wären. Zwischen beiden treten flügelartige, membranöse, durch Chitinstäbchen verstärkte Anhänge heraus, die an der dorsalen Basis der Basalplatten artikulieren und vielleicht Gonapophysen (Abb. 4, a, b und c) darstellen könnten. Von der gleichen Ansatzstelle her kommt der konische Spinus titillatorius, der etwa die Länge der Basalplatte besitzt. Die Tragplatte des inneren Kopulationsapparates stellt einen langen, stark sklerotisierten Stab dar, der sich fast durch das ganze Postabdomen erstreckt; er artikuliert an einem Ende mit dem Ende der langen, fußförmigen Samenspritze (Abb. 4, e). Gegen den Aedeagus zu spaltet die Tragplatte in zwei übereinanderliegende Plättchen, von denen das ventrale zum Verbindungsglied zwischen der ringförmigen Gabelplatte und der Tragplatte, das dorsale hingegen das Verbindungsstück zum ventralen Teil der Basalplatte wird (Abb. 4, d). Der Aedeagus ist lang spiralig, mit zwei chitinösen Längsleisten versehen, von denen eine an der Basis behaart ist und an seinem distalen Ende mit mehreren Dornen bewaffnet.

2. Ei

Das frisch abgelegte Ei (Abb. 5) ist von schneeweißer Farbe, etwa 0,35—0,40 mm lang und damit dreimal länger als breit. Seine Oberfläche weist seichte, wabenförmige Eindellungen auf. Durch diese Wabenstruktur unterscheidet es sich gut von dem in Form und Größe gleichen Ei von *L. obscura*, das jedoch längsgerippt erscheint.

3. Larven

a) Allgemeines: Die Larven von *C. nigrocellulata* sind von den in der *Dreyfusia* Population im allgemeinen zahlreich vertretenen Chamaemyiidenlarven von *L. obscura* leicht durch die flachgedrückte Körperform und stärker zugespitzte Vorderpartie zu unterscheiden; von *L. griseola* ist die Trennung durch die Berücksichtigung der Ausgestaltung der Hinterstigmen gegeben.

Es sind drei freie Larvenstadien vorhanden. Die Larven sind von langgestreckter Form, nach vorne stärker verjüngt als nach hinten und in den mittleren Abdominalsegmenten am breitesten. Sie sind dorsoventral abgeplattet, das Verhältnis der Höhe zur Breite beträgt fast 1 : 2. Die Länge

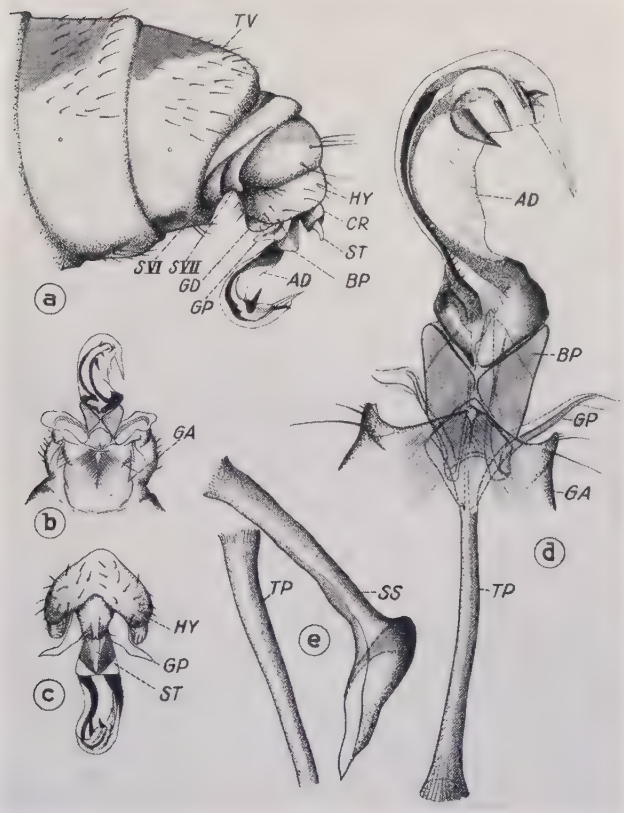


Abb. 4. Postabdomen und Kopulationsapparat des Männchens. a) Postabdomen von der linken Seite mit vorgestrecktem Aedeagus; b) und c) Hypopygium und Aedeagus ventral bzw. dorsal; d) Teilansicht des inneren Kopulationsapparates mit Aedeagus; e) Samenspritze. TV, 5. Tergit; SVI und SVII, 6. bzw. 7. Sternit; HY, Hypopygium; CR, Cerci; GD, Gonopoden; GP, Gonapophysen; ST, Spinus titillatorius; BP, Basalplatte; GA, Gabelplatte; AD, Aedeagus; TP, Tragplatte; SS, Samenspritze

Abb. 5. Frisch abgelegtes Ei. (Gezeichnet mit Ultropak auf Leitz Mikroskop unter Verwendung von Reliefkondensor; UP Objektiv = 6,5)

der ausgeschlüpften Junglarve beträgt 0,8—1,0 mm, die von L_{II} etwa 1,5—2,5 mm und die der ausgewachsenen L_{III} 3,5 bis gegen 4 mm (Abb. 6), letztere bei einer Breite von 1 mm oder etwas darüber und einer Höhe von 0,5—0,6 mm. Die Farbe der Junglarve ist weiß, fast hyalin. Durch Auflagerungen von Wachsabscheidungen der Läuse geht sie später mehr ins Schmutziggraue über. Die Eigenfarbe wird schon in L_{II} durch den durchscheinenden Darminhalt schmutziggrauviolett, vor und nach der Häutung gelblichweiß bis gelborange. Die ausgewachsene L_{III} ist in der Natur an der stärkeren Chagrinierung der Intersegmentalzonen leicht zu erkennen.

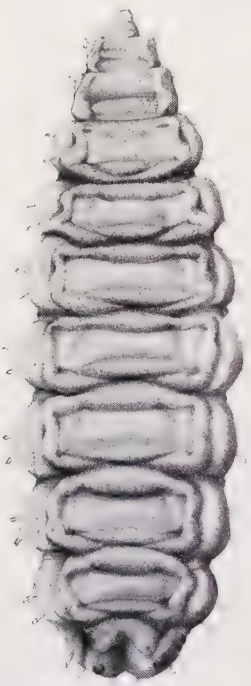


Abb. 6. Erwachsene Larve L_{III}. (Gezeichnet mit dem Binokular nach Fixierung im alkoholischen Bouin)

Die Larven besitzen die übliche Segmentierung in einen kleinen „Kopf", 3 thorakale und 8 abdominale Segmente. Bei den älteren Larven sind die einzelnen Segmente durch Falten, am Thorax je eine in der Segmentsmitte, auf den Abdominalsegmenten (das letzte ausgenommen) im vorderen und hinteren Viertel, etwas aufgewulstet. Diese Wulstbildung ist oberseits deutlicher als ventral und tritt an der fixierten Larve stärker hervor als am lebenden Material, doch kann sie auch dann die echte Segmentierung nicht verwischen.

b) Cuticularausgestaltung: Die Cuticula trägt kleine Dörnchen (Abb. 7, g, h und i) und „blumenförmige" Papillen (e), von denen einige auf bestimmten ventralen Segmenten zu Kriechwarzen (f) umgebildet sind.

Bei der L_{III} ist am Prothorakaltergit die Fläche zwischen den Stigmen mit ganz kleinen, stark sklerotisierten, sternartig angeordneten Dörnchen besetzt; sie nehmen gegen den Kopf zu an Stärke ab. Die Tergite des Meso- und Metathorax tragen in der vorderen Hälfte schwächere, aber dichtere, in der Hinterhälfte stärkere, aber spärlicher werdende Dörnchen. Die Abdominaltergite, mit Ausnahme des letzten, besitzen im Vorder- und Hinterabschnitt stark sklerotisierte, dichtstehende, mehrspitzige Dörnchen, im Mittelteil hingegen schwächere und kleinere. Diese verschieden starke Chagrinierung ist am lebenden Material bei Larven kurz vor der Verpuppung am deutlichsten, bei fixiertem (alkohol. Bouin) Material wird die stärkere Bedornung der Intersegmentalzonen durch die Wulstbildung am Vorder- und Hinterrand der Segmente in ihrem optischen Effekt noch verstärkt (Abb. 6). Am letzten Abdominaltergit ist der Besatz mit stark sklerotisierten Dörnchen ziemlich gleichmäßig. Die Cuticulardörnchen nehmen an Stärke und Größe vom Thorax bis zum Vorderrande des 4. Abdominaltergites stetig zu, sind schwächer auf den folgenden Segmenten bis zum Hinterrand des vorletzten und relativ am längsten am letzten Segment und auf den Seiten fast aller abdominalen Segmente, besonders auf den distalen. Die Dörnchen der Ventralseite sind auf allen Sternitflächen viel gleichmäßiger verteilt und im allgemeinen nur einspitzig, kurz, ausgenommen die Torakalsegmente, wo die Dörnchen ähnlich wie oberseits aussehen, nur schwächer sklerotisiert erscheinen.

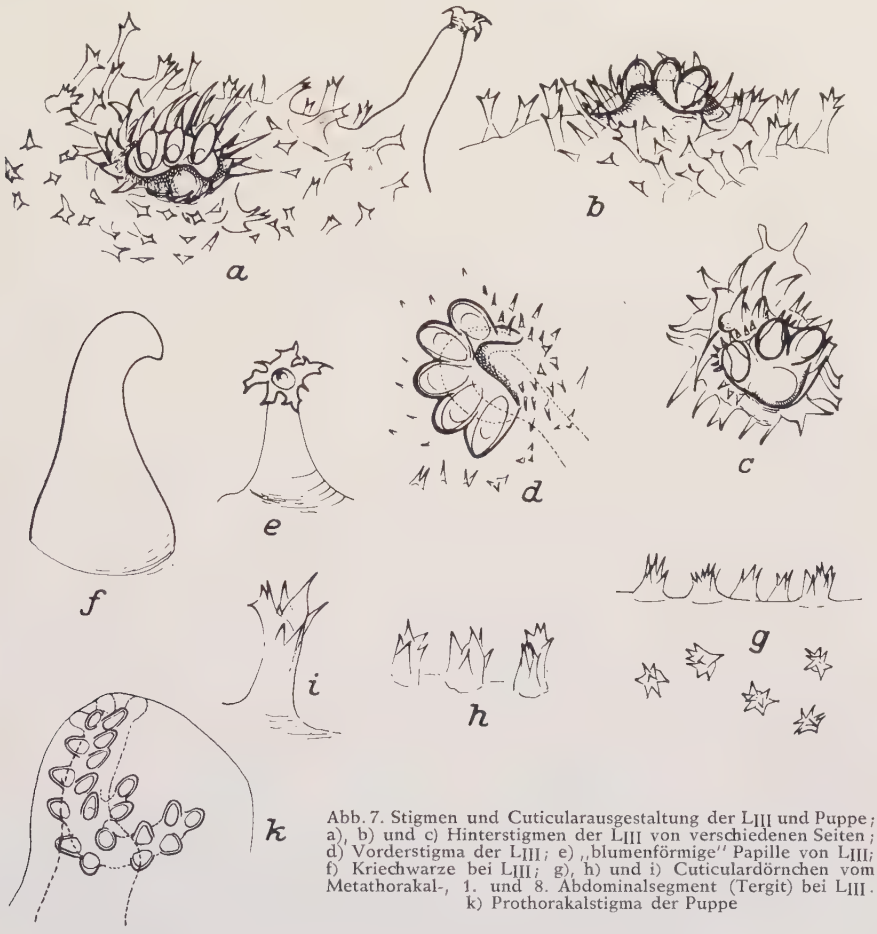


Abb. 7. Stigmen und Cuticularausgestaltung der L_{III} und Puppe; a), b) und c) Hinterstigmen der L_{III} von verschiedenen Seiten; d) Vorderstigma der L_{III}; e) „blumenförmige" Papille von L_{III}; f) Kriechwarze bei L_{III}; g), h) und i) Cuticulardörnchen vom Metathorakal-, 1. und 8. Abdominalsegment (Tergit) bei L_{III}. k) Prothorakalstigma der Puppe

Die blumenförmigen Papillen, deren Form aus Abb. 7 (e) und deren Verteilung auf den einzelnen Segmentflächen aus Fig. 1 hervorgeht, fehlen dem Prothorax. Auch die Papillen nehmen auf den Tergiten vom Mesothorax bis zu den vorderen Abdominalsegmenten an Größe zu, bleiben dann etwa gleich, um am vorletzten und besonders am letzten Segment fast die Größe der abdominalen Lateralpapillen zu erreichen. Diese letzteren sind unter allen zu einem Segment gehörigen Papillen stets die längsten und sie nehmen von vorne nach hinten ebenfalls an Größe zu. Die ventralen Papillen sind an Größe gleichmäßiger und auf den letzten Segmenten deutlich kleiner als die zugehörigen Dorsalpapillen. Auf den Abdominalsterniten VI und VII (bei L_{III} sehr selten auch auf V) sind die sechs, in enger Reihe stehenden Papillen zu nach hinten gekrümmten Kriechwarzen umgebildet.

Wie Fig. 1 zeigt, ist die Anordnung der Papillen auf den Segmenten untereinander, mit Ausnahme der thorakalen und des letzten abdominalen, konstant. Auf der Ventralseite der ersten 7 Abdominalsegmente findet sich auf der hinteren Segmentshälfte eine leicht nach rückwärts gebogene Reihe von 10 Papillen, wobei die 6 medianen, auf den Segmenten VI und VII die

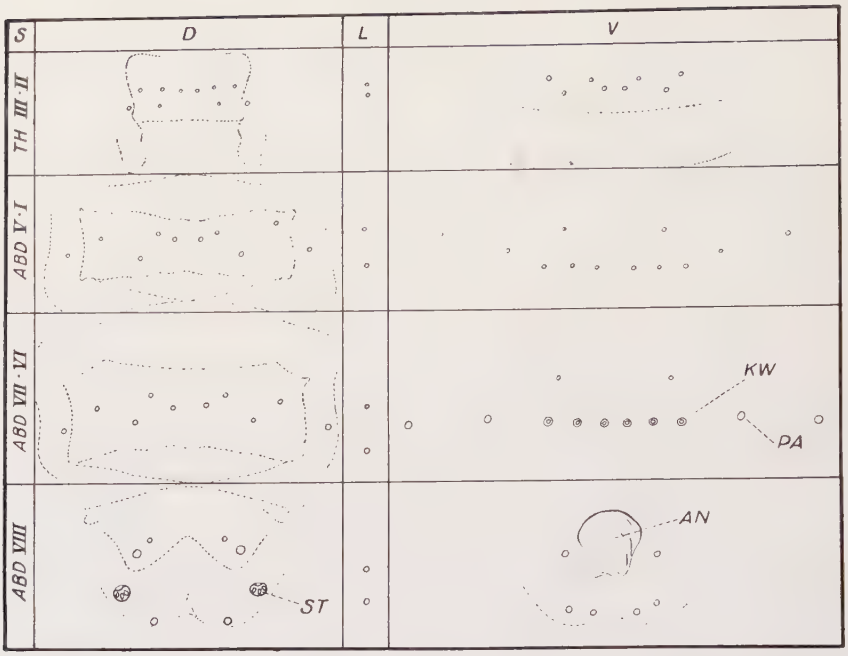


Fig. 1. Gesamtverteilung der Papillen auf L_{III}. D, dorsal; V, ventral; L, lateral; TH, Thorax; ABD, Abdomen; S, Segmente; ST, Stigmen; KW, Kriechwarzen; PA, Papillen; AN, Analöffnung

Kriechwarzen, in sehr engem Abstand stehen. Auf der vorderen Hälfte sind zwei weit voneinanderstehende Papillen vorhanden. Am Meso- und Metathorax sind die Ventralpapillen auf 8 reduziert und im schwächer chagrinierten Vorderteil in wellenförmige Reihe gestellt. Am letzten Abdominalsegment finden sich unterseits nur 6 Papillen, 4 in Reihe hinter und je eine neben der Analöffnung. Lateral stehen ausnahmslos je 2 große Papillen hintereinander. Oberseits liegen die Verhältnisse folgendermaßen: Vom Mesothorax bis einschließlich des 7. Abdominalsegments finden sich stets 10 Papillen. Von den beiden zentral nebeneinanderstehenden strahlen die restlichen in wellenförmiger Anordnung zu den Seiten aus. Am Endsegment der Larve ist je ein Papillenpaar vor den Stigmen und ein Paar am äußersten Hinterrand postiert.

Bei L_{II} und L_I ist die Zahl der Cuticularpapillen gleich und ihre Anordnung ähnlich wie bei der erwachsenen Larve. Deutlich unterschiedlich ist hingegen die Ausgestaltung der Cuticularstrukturen, speziell bei L_I: Während bei L_{II} die verschiedenartige Chagrinierung der Tergitmitten und der Intersegmentalzonen kaum in Erscheinung tritt und die Dörnchen schlanker und schwächer sklerotisiert sind, ist beim ersten Larvenstadium der Besatz mit den winzigen, kaum sichtbaren, einspitzigen Dörnchen noch spärlicher; diese Dörnchen nehmen gegen die hinteren Abdominaltergite, an deren Vorder- und Hinterrand sie mehr oder weniger reihenförmig auftreten, an Größe zu. Die Kriechwarzen sind bei den beiden ersten Stadien auch vorhanden, bei L_I im allgemeinen auch auf dem 5. Abdominalsternit.

c) Stigmen: Das 2. und 3. Larvenstadium ist amphipneustisch. Die Vorderstigmen (Abb. 7, d) liegen am Hinterrand des Prothorax und

fast lateral. Die Tüpfel sind als eiförmige „Knospen" ausgebildet und im Halbkreis angeordnet, dem die äußere Stigmennarbe gegenüberliegt. Die Zahl der Knospen schwankt selbst auf dem gleichen Exemplar zwischen drei und fünf, beträgt aber in der Regel vier. Die Umgebung der Vorderstigmen ist mit kleinen, einspitzigen, spärlichen Dörnchen besetzt. Die Junglarve ist metapneustisch; ihr fehlen also die prothorakalen Stigmen.

Die Hinterstigmen (Abb. 7, a, b und c) stehen bei L_{III} und L_{II}, wie die Vorderstigmen, weit getrennt und der Rand der Stigmenplatte, besonders die Umgebung der Narbe, ist stark sklerotisiert. Die Knospen der Tüpfel sehen wie diejenigen der Vorderstigmen aus; ihre Zahl beträgt stets drei, in Ausnahmefällen deren vier. Hinter den gleichfalls halbkreisförmig angeordneten Knospen steht eine Reihe kurzer, einspitziger Dörnchen; die ganze Stigmenplatte wird außen von breitwurzeligen, flachgedrückten, meist einspitzigen, leicht nach innen gekrümmten Dornen umsäumt.

Die Zahl der Knospen ist erst im ersten Larvenstadium verringert, indem hier nur 2 Knospen in den Hinterstigmen ausgebildet sind. Die Stigmenplatte ist bei L kreisrund, sehr schwach sklerotisiert und trägt außenseits einzelne, mehrspitzige, kleine Dörnchen.

d) Cephalopharyngealskelett: Bei der erwachsenen Larve liegt folgender Bauplan vor (Abb. 8, c bis f): Das Basalstück ist mit dem Halsstück verwachsen. Die dorsalen und ventralen Flügel weisen keine Besonderheit auf. Die paarigen, vorderen ventralen Halsspangenstücke sind langgestreckt, hinten abgerundet, vorne zugespitzt. An sie scheint sich nach vorne zu, zwischen den Basalteilen der Mundhaken, ein vermutlich paarig angelegtes, aus zwei kurzen, divergierenden Stäbchen bestehendes Unterlippenstück anzuschließen. Die relativ starken Mundhaken weisen einen kräftigen Dorsalfortsatz auf und tragen am ventralen Fortsatz je einen nach vorne gerichteten zwei-, seltener dreizähnigen, akzessorischen Haken.

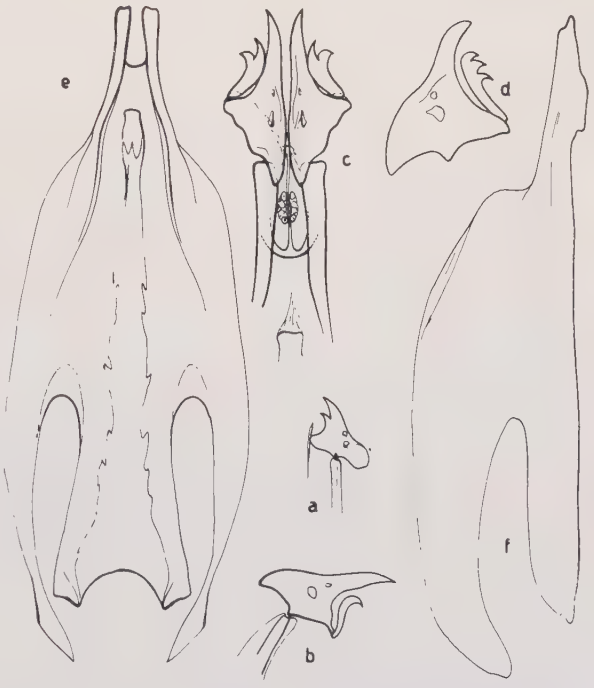


Abb. 8. Cephalopharyngealskelett. a) Unpaarer Medianzahn bei L_I, lateral; b) Mundhaken von L_{II}, lateral; c) Mundhaken und Halsstück bei L_{III}, dorsal; d) Mundhaken von L_{III}, lateral; e) und f) Hals- und Basalstück, dorsal bzw. lateral

Bei L_{II} liegt der Unterschied gegenüber L_{III} ausschließlich in der Form der Mundhaken (Abb. 8, b), die stärker zugespitzt erscheinen, und in der

Form der akzessorischen Haken, die schlank sichelförmig und immer einspitzig sind.

Bei L_I hingegen (Abb. 8, a) ist der Bau insofern grundsätzlich verschieden, als daß Mundhaken und akzessorische Haken vollständig fehlen und statt dessen ein unpaarer, zweispitziger Medianzahn auftritt, dessen großer Dorsalfortsatz breit abgerundet ist. Überdies ist das Basalstück mehr ausgezogen und die Hinterspitzen der beiden Flügelpaare erscheinen relativ dazu viel kürzer.

4. Puparium und Puppe

Das Puparium von *Cremifania* ist durch ähnliche Merkmale wie im Larvenstadium — flachgedrücktes Puparium ohne knopfförmige Hinterstigmen, gegenüber dem im Querschnitt fast runden Tönnchen mit langen Hinterstigmen bei *L. griseola* und dem ähnlichen Tönnchen mit kürzeren Stigmenträgern bei *L. obscura* — leicht zu erkennen.

Durch die Kontraktion des Larvenkörpers zu Beginn der Verpuppung ist das Puparium von kürzerer, gedrungenerer Form als die L_{III}. Seine Länge beträgt 3 mm, seine Breite um 1,3 mm und seine Dicke 0,7—0,8 mm; die Seitenränder sind sehr scharfkantig und tragen die vertrockneten Lateralpapillen. Die Cuticularausbildungen (Dörnchen, Papillen und Kriechwarzen) heben sich durch ihre dunkle Farbe gut von der, im erhärteten Zustand goldbraunen, aber meist mit Schmutzresten verunreinigten Larvenhaut ab.

Beim Schlüpfen springt das Puparium am Hinterrand des 1. Abdominalsegments quer, entlang einer, dorsal zur Gänze, ventral nur auf die beiden äußeren Viertel beschränkten, vorgebildeten Furche auf; der Länge nach öffnet sich das Puparium nach den Seitenkanten entlang, von der Furche bis zum Kopf.

Bei der Puppe sind keine besonderen Merkmale zu nennen. Die Ausbildung der prothorakalen Stigmen geht aus Abb. 7 (k) hervor.

B. Innere Morphologie

1. Verdauungskanal und Speicheldrüsen

Der Verdauungstrakt der Larve ist in Abb. 9 (a, b) wiedergegeben. Der dünne Oesaphagus geht im ersten Abdominalsegment in den kleinen, zwiebelartigen, knapp hinter den beiden Gehirnloben liegenden Proventriculus über. Das folgende, vorderer Blindsäcke entbehrende Mesenteron stellt einen, in mehrere Schleifen gelegten, die Körperlänge weit übertreffenden Schlauch dar; der nach einer ersten Biegung gleichmäßig dicke Kanal läuft vorerst etwa bis zur Abdomenmitte und mit einer starken Schleife wieder zurück bis zur genannten Biegung. Hier wendet er erneut, verengt und erweitert sich dann wieder und nimmt unter neuerlicher Schleifenbildung stark an Dicke zu. Das Endstück des Mesenteron liegt in lateroventraler Schleife quer am Ende des zweiten Abdomendrittels. Hier setzen an der Proctodaeumvalve die fadenförmigen, an ihrer Ansatzstelle paarig vereinten Malpighigefäße an. Unter diesen sind im allgemeinen zwei längere nach vorne und zwei kürzere nach hinten gerichtet. Das einmal gewundene Anfangsstück des Ileums ist kaum dicker als die Malpighigefäße und nimmt gegen sein Ende etwas an Dicke zu.

Die Speicheldrüsen der Larven sind paarige Schläuche mit einem teilweise gemeinsamen Ausführungsgang. Die Vereinigung der beiden Ducti findet im Bereich des Meso- und Metathorax statt. Der eigentliche, im ersten Abdominalsegment beginnende Drüsenschlauch erstreckt sich bis ins 3. oder 4. Abdominalsegment, wo er in einfacher oder doppelter Spirale endet.

Abb. 9. Verdauungstrakt bei LIII. a) dorsolaterale, b) lateroventrale Ansicht

Bei der Imago weicht die Form des Verdauungstraktes eigentlich nicht von dem für viele Dipteren gültigen Schema ab. Der Oesophagus trägt gegen sein Ende zu einen ventrolateralen Kropf, dessen langer, tubusartiger Gang durch die hintere Thorakalöffnung tritt und mit einer sackartigen, zweilappigen Anschwellung endet. Der Proventriculus ist klein und kugelig; das den vorderen Thorax einnehmende Mesenteronstück weist einreihige, symmetrische Ausbuchtungen auf, die diesem Abschnitt eine kräftige Ringelung verleihen und sich allmählich verlieren; der übrige Mesenteronteil ist mehr oder weniger gleichmäßig verdickt und mehrmals gewunden. Die Malpighigefäße sind ähnlich wie bei der Larve gestaltet. Das Ileum ist gegen das Rectum verengt, letzteres ist sehr breit und schließt vier lange Rectalpapillen in sich.

Die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen, die das Mesenteron durch den Thorax begleiten, werden allmählich dicker und schwellen im Abdomen zu den sackartigen Drüsen an.

2. Dorsalgefäß

Das Dorsalgefäß der erwachsenen Larve besteht aus einer dünnen, bis zum Hinterrand des 3. Abdominalsegments reichenden Aorta und aus dem vierkammerigen Herz. Als erste Kammer berücksichtigen wir diejenige Gefäßerweiterung, die vor dem ersten Ostium liegt und die Vorderhälfte des 4. Abdominalsegments einnimmt. Das 2. und 3. Ostium liegen in der Mitte des 5. bzw. des 6. Abdominalsegments, die letzte, kurze Kammer verliert sich am Vorderrande des 7. Abdominalsegments. Die Kerne der Gefäßwände sind relativ groß und cranialwärts weit zahlreicher. Die Pericardialzellen sind langoval bis nahezu rundlich, stets einkernig, liegen perlschnurartig in je einer Reihe zu beiden Seiten des Herzens und begleiten die Aorta bis zur Mitte des 2. Abdominalsegments nach vorne, wo auch die ersten Flügelmuskel ansetzen.

Bei der Imago erstreckt sich das Herz über die ersten 5 Segmente des Abdomens. Es besitzt 4 Ostien; vom ersten Ostium ab verjüngen sich die Kammern unter gleichzeitiger Verlängerung. Die Pericardialzellen sind rundlicher als bei der Larve, ebenfalls einkernig und meist ähnlich einreihig angeordnet.

3. Nervensystem

Wie bei vielen höheren Dipteren, weist auch das Zentralnervensystem von *Cremifania* beim spezialisierten Larvenstadium eine weitergehende Konzentration auf als bei der Imago. Die an das Gehirn anschließende Ganglienmasse stellt einen langgestreckten Komplex dar, der alle thorakalen und abdominalen Ganglien in sich schließt und, symmetrisch ausstrahlend, nur eine größere Zahl von Nervenfasern in die einzelnen Segmente entsendet.

Bei der Imago hingegen weist der thorakoabdominale Komplex noch eine deutliche Gliederung in 4 Ganglien auf. Die, ihre paarige Herkunft noch erkennenlassenden Pro- und Mesothorakalganglien sind relativ groß und schließen unmittelbar aneinander. Das ebenfalls groß und „paarige" Metathorakalganglion ist etwas abgesetzt und von breiterer, gedrungenerer Form. Ihm schließt sich, noch deutlicher abgesondert, das einzige, unpaare, noch im Thorax gelegene Abdominalganglion an, das nur etwa halb so groß als das Vorhergehende ist. In die Abdominalregion tritt der aus dem letzten Ganglion kommende Hauptstrang ein, der schon im Thorax und dann im 3. und 4. Abdominalsegment bilateral oder nur einseitig Fasern abgibt.

4. Innere Geschlechtsorgane

Beim Männchen liegt, wie üblich, ein paariger, unifollikulärer Hoden vor, dessen Zitronenform am distalen Ende eine knopfförmige Abschnürung trägt. Die Vasa deferentia sind dünn, formen eine einfache Schleife und vereinigen sich dann zu einem, vorerst dünnen, gemeisamen Vas deferens; dieser schwillt schon nach kurzem Verlauf stärker zu einer Vesicula seminalis an, die an ihrem Ende die sehr kurzen Ausfuhrgänge der beiden breitnierenförmigen Anhangsdrüsen aufnimmt. Der anschließende Ductus ejaculatorius ist das längste Gangstück des Systems und mehrfach knäuelig verschlungen. Er mündet am Absatz der fußförmigen Samenspritze ein und bildet kurz vorher durch stärkere Anschwellung die Samenpumpe aus. Der Ductus ejaculatorius tritt dann an der Fußspitze der Samenspritze wieder zum Vorschein.

Beim Weibchen gilt der allgemeine Bauplan des inneren Geschlechtsapparates der höheren Dipteren. Es sind drei Receptacula seminis und zwei Anhangsdrüsen vorhanden. Bei den kugeligen Receptacula sind die Ausführungsgänge in das Blaseninnere eingestülpt und angeschwollen, die Mündungsstelle hingegen verjüngt. Die Ausführungsgänge zweier Receptacula vereinigen sich zuerst und nehmen erst dann noch den Gang des 3. auf. Die Anhangsdrüsen sind von knolliger Form und münden an gemeinsamer Stelle aus.

C. Allgemeine Schlußfolgerungen

Während in dem nunmehr zu besprechenden biologischen Verhalten zwischen *C. nigrocellulata* einerseits und den beiden Chamaemyiiden, *L. griseola* und *L. obscura*, andererseits, große Übereinstimmung herrscht und diese auch in der Ähnlichkeit der Parasitenfauna zum Ausdruck kommt, bestehen in den abgehandelten morphologischen Details Unterschiede, die die von CZERNY getroffene Einreihung von *Cremifania* bei den *Chamaemyi-*

idae mit Zweifel belasten müssen. Diese Unterschiede betreffen vor allem das Männchen, die erwachsene Larve und deren Chromosomenbestand.

Beim Männchen hat der beschriebene Bau des Kopulationsapparates keine Beziehungen zu dem einfachen Postabdomen der bisher untersuchten *Chamaemyiidae*. Die Verdrehung der Sklerite und der lange, spiralige Aedeagus erinnert, zusammen mit dem langen Spinus, der langgestreckten Tragplatte und der ringförmigen Gabelplatte stark an den Bauplan der *Trypetides*, im besonderen der *Ulidiidae-Otitidae*. Dagegen spricht allerdings das nicht „bohrfliegenartige" Postabdomen des Weibchens, so daß man vielleicht eher Beziehungen zu den von Hennig (1952) um die *Dryomyzidae-Coelopidae* gruppierten Verwandschaftskreis annehmen könnte, dem im männlichen Geschlecht gleichfalls die Tendenz zur Asymmetrie des Postabdomens und ein spiraliger Aedeagus eigen ist.

Vom Standpunkt der Larvenmorphologie läßt sich beim heutigen Stand des Wissens um die Praeimaginalstadien der Dipteren noch weniger aussagen. Jedenfalls fehlen die bisher als charakteristisch für die *Chamaemyiidae* angesehenen Merkmale, das dorsale Nackenband und der allseitig dichte Papillenfilz völlig (Hennig, 1952) und auch der Bau des Mundhakens ist stark abweichend. Der somatische Chromosomenbestand beträgt nach Untersuchungen, die Prof. J. W. Boyes von der McGill University, Montreal, Kanada, im hiesigen Laboratorium durchgeführt hat, bei *Cremifania* 6, bei *Leucopomyia* demgegenüber mehr als doppelt soviel, meist 13, seltener mehr Chromosomen. Dieser Unterschied sollte immerhin nicht unbedeutend sein, wenn man berücksichtigt, daß beispielsweise in der großen Gruppe der *Calyptratae*, bei den vierzig bisher daraufhin untersuchten Arten, stets 12 Chromosomen gefunden wurden (Boyes und Wilkes, 1953).

Es scheint aber vorläufig nicht möglich zu sein, eine Zuordnung der Eigenheiten der *Cremifania* Larve zu den Larvalcharakteren anderer Dipterenfamilien vorzunehmen und die Frage der Eingliederung unserer Art soll daher kompetenteren Untersuchungen offen gelassen werden.

III. Biologie

A. Verbreitung und Wirtsspezifität

Wie schon einleitend gesagt, ist *C. nigrocellulata* in der bisherigen Literatur nur vom oberösterreichischen Voralpengebiet (Kremsmünster) bekannt geworden. Unsere ersten Funde wurden gleichzeitig im Mai 1950 in Spoeck (Südbayern) und in Seegräben (Kanton Zürich) gemacht. Seitdem haben wir die Art in allen uns bekannt gewordenen Weißtannenlausbefallsgebieten in der Schweiz nördlich der Alpen (Pfannenstiel, Aathal, Uster, Wald, Hinwil, Winterthur, Elgg, Kemptthal, usw., alle im Kanton Zürich; bei Wil, Kanton S. Gallen; weiter südlich bei Bulle, Kt. Freiburg; im Kanton Waadt bei Palézieux und Oron, nördlich von Lausanne), im ganzen Süddeutschland (Laimbach bei München, Schwarzwald, Berchtesgadnerland, usw.) und in den Vogesen (Ribeauvillé) angetroffen.

Nach diesen Angaben scheint *C. nigrocellulata* in dem zentral-mitteleuropäischen Befallsgebiet von *D. piceae* allenthalben vorzukommen und ihr Verbreitungsgebiet sollte sich hier weitgehend mit dem des Wirtes decken.

Die Frage der Wirtsspezifität ist auf Grund der bisherigen Beobachtungen noch nicht sicher zu entscheiden. Es ist aber wahrscheinlich, daß unsere Art nicht monophag, sondern ähnlich wie die Arten der Gattung *Leucopis*, an mehrere Wirte der *Adelgidae* angepaßt ist, zumindest an solche, die unter ähnlichen mikroklimatischen Bedingungen leben wie die Weißtannenlaus.

B. Entwicklungsablauf und Nahrungsverbrauch der einzelnen Stadien

1. Imago

Cremifania überwintert ausschließlich im Puppenstadium. Hierin unterscheidet sie sich von den beiden *Chamaemyiidae*, da *L. obscura* als erwachsene Larve oder als Puppe, *L. griseola* hingegen wahrscheinlich als Imago überwintert.

Die ersten Fliegen wurden 1950 gegen den 10. Mai im Befallsgebiet gefangen. Je nach dem Frühjahrsverlauf schlüpfen die Imagines der überwinternden Generation aber schon in der 2. Hälfte April bis anfangs Mai aus und die Zeit der Eiablage erstreckt sich über den ganzen Mai. Da die Temperaturen im Walde um diese Jahreszeit noch relativ tief liegen, werden die Fliegen erst am späten Vormittag aktiv und sind dann bis in die Dämmerung hinein auf den verlausten Bäumen zu finden. Das Massenschwärmen der Fliegen findet in der Regel in den beiden ersten Maiwochen statt und stimmt im allgemeinen mit dem Kulminationspunkt der Eiablage des Wirtes überein.

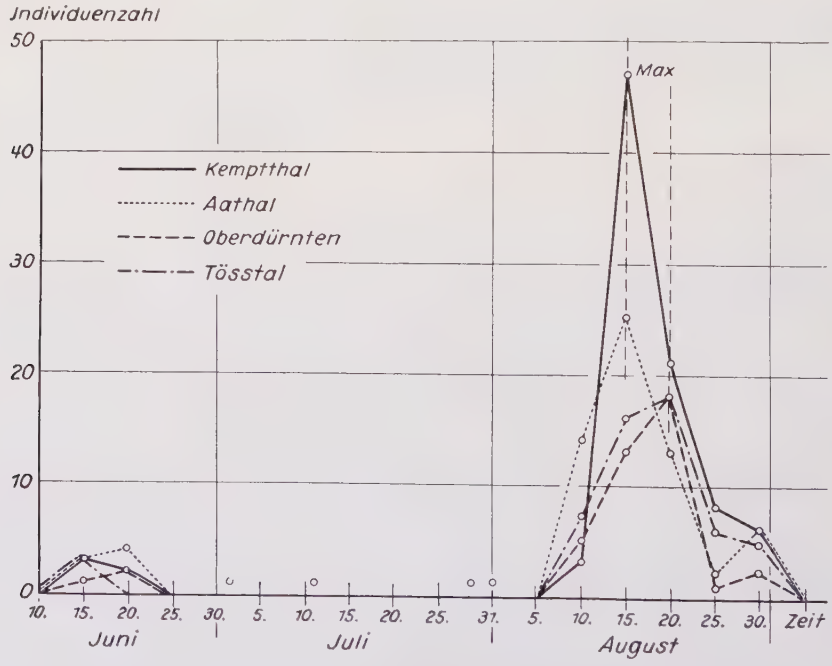


Fig. 2. Schlüpfverlauf bei der früh- und spätsommerlichen Vermehrungsperiode

Das Schwärmen der Fliegen der ersten Generation erreicht seinen Höhepunkt in der Monatsmitte oder in der zweiten Hälfte August, in der Regel ziemlich gleichzeitig mit dem Start der spätsommerlichen Massenvermehrung der Lauspopulation. Die mit der Eiablage beschäftigten Fliegen können bis Mitte September auf den Stämmen gefunden werden.

Zwischen diesen beiden Massenflügen liegt noch ein sehr kleiner, dritter Flug (Fig. 2, 3), der etwa in die zweite Junihälfte fällt. In der Natur ist dieser Flug leicht zu übersehen, da sich an ihm nur sehr wenige

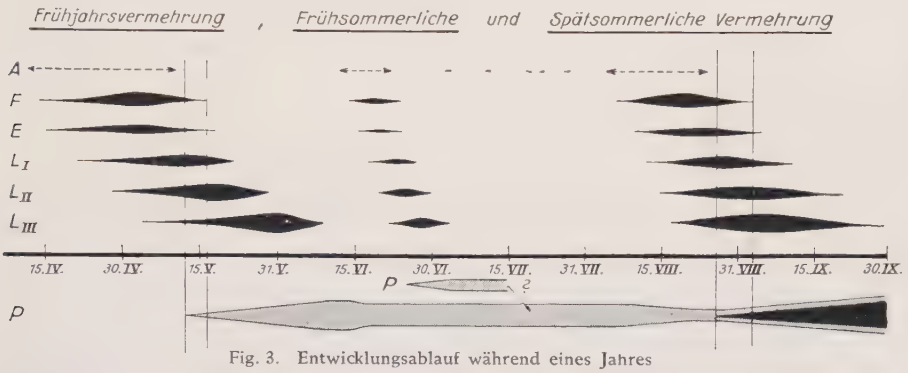


Fig. 3. Entwicklungsablauf während eines Jahres

Fliegen beteiligen (Tab. 3). In Laboratoriumszuchten mit außenklimatischen Bedingungen ist er aber leicht zu bestätigen. Da dieser Nebenflug zeitlich mit dem schon von MARCHAL (1913) erwähnten und auch von uns, besonders deutlich 1950 in Seegräben festgestellten, schwachen vorsommerlichen Populationsanstieg des Wirtes zusammenfällt, scheint hierin eine richtige Anpassung vom Lebenszyklus des Nützlings an den des Schädlings vorzuliegen. Auch vor und vor allem in der Pause zwischen diesem Nebenflug und dem 2. Massenschwärmen kann man einzelne Ausschlüpfen beobachten, denen aber praktisch keine Bedeutung zukommt (siehe Fig. 2).

Gegen Witterungsunbilden, besonders gegen die bekannten Kälterückfälle im Mai, scheinen die Fliegen, nach Beobachtungen, die wir bei den von Schneefällen begleiteten Maifrösten 1953 machen konnten, relativ unempfindlich zu sein. Die Lebensdauer der Imagines im Freiland beträgt 3—4 Wochen. Auch in Laboratoriumszuchten war es uns bei regelmäßiger Fütterung möglich, die frisch geschlüpften Fliegen 24—30 Tage am Leben zu erhalten.

Die Kopulation in der Natur entzog sich unserer Beobachtung. Auch in den Zuchtröhren ist sie selten zu bemerken. Das Männchen sitzt dabei ruhig auf dem Abdomen des Weibchens; seine Hinterbeine fassen das Abdomenende, die Mittelbeine stehen auf den Abdominaltergiten und die Vorderbeine berühren das Scutellum. Das Weibchen hält die Flügel dabei leicht abgespreizt.

2. Eiablage und Eientwicklung

Die *Cremifania* Weibchen sind an ihrem Gehaben bei der Eiablage leicht zu erkennen. Sie schwärmen besonders an sonnigen Stellen der verlausten Stämme auf und ab, um sich alle Augenblicke auf der Stammfläche niederzulassen. Dort laufen sie nervös und unter stetem Flügelschlagen,

mit vorgestreckter Legeröhre, umher, pressen in dieser Haltung das Ei aus und legen es beim Einkrümmen des Abdomens in die Nähe oder mitten in die Eihäufchen der Laus, in Rindenrisse, Mooskrusten usw., im allgemeinen immer senkrecht zur Stammoberfläche ab.

Die Eiablage findet nur tagsüber statt. Wie aus Tab. 1 hervorgeht, betrug im Laboratorium die tägliche Eiproduktion eines Weibchens 3—10 Stück, wobei diese Werte bei Temperaturen um 13 Grad etwa die gleichen Schwankungen aufwiesen, wie im Temperaturbereich von 17—19 Grad. Der Durchschnitt sollte 5—6 Eier pro Weibchen und Tag sein, so daß während der ganzen Ablageperiode, bei Berücksichtigung der Schlechtwetterlage, insgesamt 50—80 Eier ausgestoßen werden dürften.

Tabelle 1. Eiproduktion der *Cremifania*-Weibchen (Temp. von 13° und 18° C.)

Zahl der Weibchen	Tagesstunden	Eiproduktion	Tägliche Eizahl/W 1 Tag = 14 Stunden
		bei 13° C.	
9	20	50	4*)
8	6	15	4,5
7	12	43	7
8	5	30	10
		bei 18° C.	
12	56	148	3
10	56	151	3,5
10	22	61	4
11	56	203	5
10	22	93	6
1	14	6	6
10	10	48	7
10	16	138	10

*) Gerundete Werte.

Die Eiablageperioden, die auch aus Fig. 3 deutlich abzulesen sind, stimmen weitgehend mit den angegebenen Flugzeiten überein. Der Start hängt natürlich von den jährlichen Witterungsbedingungen ab; dies gilt besonders für die Eiablage der Frühjahrsgeneration. In klimatisch begünstigten Jahren kann die Eiablage schon kurz nach Mitte April einsetzen, in kühlen Jahren hingegen erst gegen anfangs Mai und dann meist mit einer geringeren Eiproduktion im Gefolge.

In den Zuchtröhren, in denen wir die legereifen Weibchen hielten, wurden nur frische, noch saftige, (vorerst auf schon erfolgte Ablagen kontrollierte), verlauste Rindenstücke belegt. Die Ablagen häuften sich besonders an den feuchtesten Stellen in den Zuchtröhren; auf alten, weitgehend ausgetrockneten Rindenstücken wurden nur im Notfall Ablagen erzielt. In der Natur findet man die abgelegten Eier stets vereinzelt, auf den Zuchtrinden hingegen kommen oft Reihenablagen von 3—5 Stück vor.

Die Dauer des Eistadiums betrug unter Laboratoriumstemperaturen von rund 20°C zwischen 4—5 Tage. Tabelle 2 gibt hierüber Aufschluß.

3. Larvalentwicklung

a) Vorkommen in der freien Natur: Das zeitliche Auftreten der einzelnen Larvenstadien in der freien Natur ist aus Fig. 3 ohne weiteres zu entnehmen. Bedingt durch die ziemlich in die Länge gezogene Flugzeit der Imagines, sind auch die einzelnen Larvenstadien relativ lange auf den verlausten Stämmen zu finden. Die beiden ersten Larvenstadien sind in der Lauspopulation nur schwer zu entdecken. Erst die erwachsene Larve ist, besonders bei Massenauftreten des Räubers, durch ihre höhere Beweglichkeit und durch ihre charakteristische, an Spannenraupen erinnernde Art der Fortbewegung leicht zu erkennen. Massenvorkommen von *Cremifania*larven sind in der Frühjahrsperiode nur in ausgesprochen günstigen Jahren (1952, aber auch 1953) zu beobachten; die Zeit der höchsten Larvendichte des Räubers fällt in der Regel erst mit der spätsommerlichen Vermehrungsperiode des Wirtes zusammen.

Die ersten L_{III} der ersten Vermehrungsperiode sind frühestens anfangs Mai zu finden (1952), die letzten bis in die zweite Juniwoche hinein (1950); die L_{III} der zweiten Massenvermehrung treten ab Mitte August, manchmal sogar schon früher in Erscheinung (1952) und können noch Ende September (1950) oder ausnahmsweise auch noch vor Mitte Oktober (1953) gefunden werden. Erwachsene Larven des Nebenfluges wurden von uns nur ein einziges Mal (Seegräben 1950) bei einer relativ kräftigen Vorsommervermehrung des Wirtes beobachtet. Auf Grund dieser, zwischen dem 26. und 30. Juni gemachten Einzelbeobachtung und den regelmäßig, rund 2 Wochen früher erhaltenen Laboratoriumsschlüpfkurven (Fig. 2) haben wir den Entwicklungsablauf dieser Nebenvermehrung in Fig. 3 berücksichtigt.

b) Dauer der einzelnen Stadien: Die Tabelle 2 gibt unter anderem auch die Entwicklungsdauer der drei vorliegenden freien Larvenstadien

Tabelle 2. Entwicklungsdauer der einzelnen Praepupalstadien von *Cremifania nigrocellulata*
(Laboratoriumstemperatur von 20 ° C.)
(Die Werte stellen einen Durchschnitt der für die in einem Zuchtrohr enthaltenen Individuen berechneten Stadiumsdauer dar)

Versuchsreihe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Min.	∅	Max.
	Dauer in Tagen																		
Ei	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4–5	4	4,5	5
L_I	2	2	2,5	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2	2	2,5	2	2	$2^1/_4$	2,5
L_{II}	2,5	2,5	$2^3/_4$	3	$2^3/_4$	3	3	2,5	3	3	3	$2^3/_4$	3	3	3	$2^3/_4$	2,5	~ 2,85	3
L_{III}	4,5	4,5	$4^1/_4$	5	4,5	4,5	5	5	4,5	$4^3/_4$	4	5	$5^1/_4$	$4^3/_4$	$4^3/_4$	$5^1/_4$	4	~ $4^3/_4$	$5^1/_4$
VorP	3	2,5	3	$3^1/_4$	3,5	$2^3/_4$	$2^3/_4$	2,5	$2^3/_4$	3	$2^3/_4$	2,5	3	2,5	2,5	2,5	2,5	~ $2^3/_4$	3,5
TOT	16,5	16,0	17,0	$18^1/_4$	$17^1/_4$	$17^1/_4$	$17^1/_4$	17,0	$16^3/_4$	$17^3/_4$	$16^3/_4$	$17^1/_4$	$17^3/_4$	$16^3/_4$	$17^1/_4$	17,0	16,0	~ 17,0	$18^1/_4$

Abb. 10. Ausgewachsene L_{III} auf verlaustem Rindenstück

bei einer mittleren Laboratoriumstemperatur von 20° C wieder. Danach ergibt sich, daß das Junglarvenstadium jenes mit der kürzesten Entwicklungsdauer von 2 — 2,5 Tagen ist. Die Larve II benötigt im Durchschnitt einen halben Tag mehr. Die aktive Phase des letzten Stadiums (Fraß- und Wanderungszeit) nimmt 4,5—5 Tage in Anspruch. Hierauf heftet sich die ausgewachsene Larve an der Unterlage fest und leitet mit der Abscheidung einer dunkelbraunen Körperflüssigkeit den Verpuppungsvorgang ein. Von da ab, bis zur vollkommenen Erhärtung des Puparium, vergehen weitere 2,5 bis 3 Tage. Insgesamt dauert die ganze Larvalentwicklung bei obiger Zuchttemperatur also etwa 11—14 Tage. Auf die eigentliche Fraßzeit entfallen hiervon nur etwa 8—10 Tage, da 1—1,5 Tage für die beiden Larvenhäutungen und die erwähnten 2,5—3 Tage als Vorpuppenzeit abgerechnet werden müssen. Der Häutung obliegen die *Cremifania* Larven meist tief versteckt in den Eihäufchen des Wirtes.

c) Fraßtätigkeit: Abgesehen von der geringen Körpergröße, liegt ein Grund für die schwierige Auffindbarkeit der Junglarven in der Art ihrer Futterwahl. Sie sind meist unter einem der Eihäufchen der Läuse versteckt, wo sie unter Umständen bis zur Häutung verharren können. Die Fraßtätigkeit ist in diesem Stadium, im Verhältnis zu der anderer Räuber des Vertilgerkomplexes, sehr gering. Sie erstreckt sich nach unseren Beobachtungen ausschließlich auf die Eier der Laus. Die Larve sticht das Ei seitlich an und legt sich von einer Seite über den Pol zur anderen Seite, um mit dem Abdomenende das Ei gegen den Mund zu pressen. Die Eier werden mehr oder weniger weitgehend ausgesogen. Zur vollständigen Entleerung wird eine halbe bis eine ganze Stunde benötigt. Lauseier mit fortgeschrittener Embryonalentwicklung werden nur angestochen, aber gleich wieder verlassen. Da diese in der Regel nachher nicht mehr entwicklungsfähig bleiben, resultiert daraus eine gewisse Futterverschwendung, die, vom Standpunkt der biologischen Schädlingsbekämpfung aus gesehen, nicht zu vernachlässigen ist.

Bei der Larve II steigt, wie üblich, der Futterverbrauch erheblich an und der Nahrungsbereich wird auf wandernde Neosistentes ausgedehnt. Zur völligen Vernichtung eines Eies werden nur mehr 10 bis 20 Minuten benötigt. Mit ansteigender Fraßmenge beginnen auch die ersten, auf die zunächstliegenden Eihäufchen beschränkten Ortsveränderungen, wenngleich die Beweglichkeit im Verglech zu der der ausgewachsenen Larve noch weit zurückbleibt.

Erst im letzten Larvenstadium greift die nun sehr gefräßige *Cremifania* zu den Sistentes, die zur Zeit der Kulmination von L_{III} allerdings schon den Großteil ihrer Eier abgelegt haben. Die *Cremifania* Larve verhält sich somit in Bezug auf die Erweiterung des Nahrungsbereiches leider gerade umgekehrt, als es für uns wünschenswert wäre. Ablegende Sistentes werden von L_{III} innerhalb von 15—20 Minuten zerstört. Der Wirt wird im allgemeinen nie vollständig ausgesogen. Die Larven dringen mit dem Vorderkörper meist tief in die Eihäufchen hinein und greifen neben Sistentes auch Eier und eben geschlüpfte oder bereits wandernde Neosistentes an. Beide werden innerhalb einer Frist von wenigen Minuten erledigt. Die Bevorzugung der Sistentes bringt es mit sich, daß die Drittlarven sehr rege von einem Eipacket zum anderen wandern. Bei ihrer spannenartigen Fortbewegung tasten sie mit dem „Kopf" die Umgebung im Halbkreis vor ihnen ab und sind dadurch auf den verlausten Bäumen rasch auffallend.

4. Puppe

Schon kurz vor der Festhaftung der verpuppungsreifen L_{III} beginnt eine Umfärbung der Cuticula ins Hellgelbe platzzugreifen, die später langsam in das typische Braun der Puppenfarbe übergeht. Zur Verpuppung verkriechen sich die Drittlarven vielfach in den Rindenritzen, in Astknoten, unter Rindenschuppen oder Mooskrusten des Stammes. Manche fallen zu Boden, wo sie im Humushorizont verbleiben und nicht wenige verpuppen sich auch direkt auf der freien Stammfläche. Durch die gute Anpassung an die Untergrundfarbe sind aber selbst freiliegende Puppen auf der Rinde schwer zu finden.

Bis zur Ausbildung der endgültigen Puppenform verstreichen, vom Abschluß der Puppariumsbildung an gerechnet, etwa 5 — 6 Tage. Sämtliche Puppen bleiben mehr oder weniger lange auf diesem „macrocephalen" Stadium stehen.

Von den von der Frühjahrsgeneration 1953 an vier verschiedenen Orten der Nordostschweiz eingetragenen Puppen sind, wie Tabelle 3 zeigt und wie auch aus Fig. 2 und 3 hervorgeht, im Mittel 3,5 % bereits nach einer

Tabelle 3. Schlüpfverteilung der Puppen der ersten Generation 1953 (Verpuppung Ende Mai, anfangs Juni)

% Mittel von 600 Stück					
Fundorte*)	K	A	OD	T	∅
Schlüpfzeit:					
nach 2 bis 3 Wochen	2	4	5	3	3,5
nach 2 bis 3 Monaten Diap.	45	51	31	56	46,0
Überliegen	53	45	64	41	50,5

*) K = Kemptthal, A = Aathal, OD = Oberdürnten, T = Tößtal.

kurzen, 2—3 Wochen umfassenden Puppenruhe geschlüpft (Nebenflug). Weitere 46% ergaben nach einer, durch periodische Sezierungen festgestellten, echten Diapause von rund 2,5 (2 bis 3) Monaten das spätsommerliche Massenschwärmen der *Cremifania*. Knapp über 50% der Frühjahrspuppen haben diese Diapause weiter in den Winter hinein fortgesetzt. Der ganze Fragenkomplex dieses verwickelten Diapauseverhaltens bedarf noch weiterer Untersuchungen. Aus den mitgeteilten Angaben scheint immerhin herauslesbar zu sein, daß der Entwicklungsablauf von *Cremifania* in sehr engem Zusammenhang mit dem des Wirtes steht. Der nur geringen frühsommerlichen Wirtsvermehrung entspricht ein zahlenmäßig nur sehr bescheidenes Ausschlüpfen, während die Maxima der Lausdichte im April/Mai und im August mit dem Massenausschlüpfen der *Cremifania* Puppen mehr oder weniger zusammenfallen.

Die biologische Bedeutung dieses Überliegens von rund der Hälfte aller Frühjahrspuppen ist vorläufig noch schwer zu deuten. Jedenfalls kann es sich nicht um eine durch Laboratoriumsverhältnisse bedingte Erscheinung handeln, da die Lebensbedingungen in unseren, unter strömender Feucht- und Trockenluft und unter waldklimaähnlichen Temperaturschwankungen gehaltenen Zuchtröhren von denen des Freilandes nicht so sehr verschieden waren.

IV. Parasiten

Als biotische Hemmungsfaktoren der Populationsentwicklung von *C. nigrocellulata* wurden nur drei Parasitenarten festgestellt. Zwei davon, *Rachyneuron ferrièrei* Del. und *P. cremifaniae* Del. (Hym., *Chalcidoidea*), haben sich als neue Arten erwiesen und wurden in einer vorangegangenen Arbeit (DELUCCHI 1953) beschrieben. Die andere, *Lygocerus piceae* Ratz. (Hym., *Proctotrupoidea*), ist schon seit mehr als 100 Jahren bekannt (RATZEBURG 1848), von Ratzeburg aber fälschlicherweise als Parasit der Laus selbst angesprochen worden.

Die beiden *Pachyneuron* Arten parasitieren die Puppen von *Cremifania* und sind im Verhältnis zu *Lygocerus* nicht häufig. *P. cremifaniae* ist die seltenere Art und wurde von uns bisher nur in zwei Zuchten des Jahres 1950 gefunden. Sie scheint für *Cremifania* spezifisch zu sein. *P. ferrièrei* parasitiert dagegen auch *L. griseola* und *L. obscura* und wurde im Befallsgebiet im Mai und Ende Juni, anfangs Juli 1950 (Laimbach und Spöck, Bayern; Seegräben, Kt. Zürich), im August 1952 und im Mai 1953 in Winterthur (Kt. Zürich) erbeutet. Da die Puppen von *Cremifania* oft gut versteckt liegen, ist der Parasitierungsgrad durch die *Pachyneuron* Arten immer sehr gering. Sie sind ausnahmslos Primärparasiten des Räubers. Bei der Eiablage durchbohren die Weibchen durch wechselndes Drillen mit dem Legestachel und durch gleichzeitige, seitliche Pendelbewegung des Abdomens die Puppariumshaut und legen das Ei auf der Puppe ab. Das Ei von *P. ferrièrei* ist langgestreckt, schwach birnenförmig, von 0,42 mm Länge und einer maximalen Breite von 0,14 mm.

L. piceae parasitiert die ausgewachsene Larve von *Cremifania* und, gleich wie *P. ferrièrei*, auch die beiden *Leucopis* Larven. Der Parasit schwärmt um die Befallsstämme fast ununterbrochen von Mai bis September und ist unter allen Parasiten der in der Einleitung zum Vertilgerkomplex von *D. piceae* gestellten Räuber, zusammen mit *Aphanogmus compressus* Ratz. (Hym., *Proctotrupoidea*), Parasit von *A. thompsoni*, die häufigste Art.

Da die Type der Ratzeburgschen Sammlung verlorengegangen ist und seine Beschreibung überdies unter den heutigen Verhältnissen als unzureichend angesehen werden muß, soll im folgenden eine kurze Wiederbeschreibung der Art und durch Abb. 11 eine Ergänzung dazu gegeben werden.

Lygocerus piceae Ratz.:

Weibchen: Körperfarbe dunkelbraun, fast schwarzbraun auf Kopf und Thorax inklusive Scapus und Coxae, braun auf dem Abdomen, Flagellum, Trochanteren und Femora; Beine von da ab mehr braunorange werdend. Tarsenspitze etwas gebräunt, Flügeladerung braun.

Kopf rundlich, gleich breit oder kaum breiter als das Mesoscutum, mit gerandetem Occiput; Abstand zwischen den beiden Hinterocellen zweimal größer als der zwischen Hinterocellus und Auge (10 : 5) und gleich groß wie der Abstand zwischen Hinterocellus und Hinterhauptsrand (10). Antennen (Abb. 11, c) weit unter der Gesichtsmitte eingelenkt; Scapus lang, 3,5mal länger als der Pedicellus (28 : 8), der letztere fast dreimal länger als breit (8 : 3) und kaum länger (8 : 7,5) und gleich breit wie das erste Flagellumglied. Erste Flagellumglieder enger an der Basis, die folgenden mehr oder weniger zylindrisch. Viertes und fünftes Flagellumglied von ähnlicher Form und Größe, länger als die zwei vorhergehenden und als die drei folgenden Glieder. Thoraxtergite wie aus Abb. 11 (a) ersichtlich; Oberfläche leicht retikuliert und bis zum Scutellum leicht behaart. Beine stark, Metatibien zweimal länger als das erste Tarsenglied, das letztere dreimal länger als das folgende. Flügel hyalin, vollständig behaart; Pterostigma fast halbkreisförmig (16,5 lang und 9,5 breit), am Vorderrande etwas kürzer als die Stigmalis (16,5 : 18); diese in der Mitte leicht gebogen, 1,5mal länger als der Abstand von ihrem Ende zum Vorderrand des Flügels (Abb. 11, b). Abdomen beim fixierten Material länger, beim genadelten Material kürzer als der Thorax, glatt und glänzend. Körpergröße 1,6 bis 1,8 mm.

Abb. 11. *Lygocerus piceae* Ratz. a) Gesamtansicht (gezeichnet mit Ultropak unter Verwendung von Reliefkondensor, UP Objektiv = 6.5); b) Teil des Vorderflügels; c) Antenne von Männchen und Weibchen (schematisch)

Männchen: Der Hauptunterschied besteht in der Abdomen- und der Antennenform. Abdomen kürzer. Antenne gesägt, mit langen Borsten; Scapus 4,5mal länger als der Pedicellus (22 : 5), dieser sehr klein und kugelig, so lang wie die Hälfte des ersten Flagellumgliedes (5 : 10). Länge der einzelnen Glieder, mit Ausnahme des letzten, mehr oder weniger konstant. Stärke der, die langen Borsten tragenden Gliedfortsätze vom ersten bis zum vorletzten Glied stetig abnehmend. Körperlänge 1,5 bis 1,8 mm.

Verbreitung: Ost- (Ratzeburg, 1. c.) und Süddeutschland, West- und Ostschweiz, England (Wilson, 1938). Seine Verbreitung stimmt mit der von *L. obscura* gut überein.

V. Bedeutung für die biologische Bekämpfung

Für die biologische Bekämpfung von *D. piceae* sind in der Hauptsache nur die Larvenstadien der einleitend genannten zehn Räuberarten zu berücksichtigen, da die Imagines von *Pullus, Laricobius* und *Aphidecta* in der

Fraßleistung bedeutend hinter ihren Larvenstadien zurückstehen. Während der Frühjahrsvermehrung des Wirtes sind die Larvenstadien aller genannten Räuber auf den Befallsstämmen vertreten. In günstigen Frühjahren, bei reichlicher Eiablage der *Cremifania* Weibchen, kommt unserer Art eine ziemlich bedeutende Rolle im Gesamtkomplex zu, unter schlechten Witterungsbedingungen tritt sie gegenüber den Coleopteren mehr in den Hintergrund. Beim spätsommerlichen Populationsanstieg des Wirtes, bei dem die Larven der drei Käferarten, diejenigen von *L. griseola* und im allgemeinen auch die von *S. arcuatus* ausfallen, nimmt *C. nigrocellulata,* neben den regelmäßig zahlreichen Larven von *L. obscura* und *A. thompsoni,* eine der führenden Stellen als Gegenspieler der Laus ein. Zu dieser Zeit wurde bisher während aller Beobachtungsjahre ein richtiges Massenauftreten unserer Art festgestellt. Nicht selten sind dann durchschnittlich 25—35 Larven je Quadratdezimeter verlauster Rinde, in besonderen Fällen aber noch bedeutend mehr, zu finden.

VI. Zucht und Versandmethode

Für die Laboratoriumsuntersuchungen wurde das Lebendmaterial in Zuchtröhren mit durchströmender, alternierender Feucht- und Trockenluft gehalten. In diesen Röhren von 20 cm Länge und 4 cm Innendurchmesser wurde das Material auf waldfrischen, täglich erneuerten, verlausten Rindenstücken gezüchtet. Das Übertragen, besonders der Junglarven, auf frische Zuchtunterlagen bedarf besonderer Sorgfalt, da die Larven bis zur zweiten Häutung sehr zarthäutig und damit gegen gröbere Berührungen ziemlich empfindlich sind. Eine eigentliche Massenzucht im Laboratorium vom Ei weg wurde, obwohl möglich, wegen des damit verbundenen hohen Zeitaufwandes unterlassen.

Für den Versand nach Kanada kam ausschließlich im Freiland gesammeltes Material zur Verwendung. Gestützt auf die mitgeteilten Beobachtungen über das Verhalten der verpuppungsreifen Larven, haben wir vor dem frühjährlichen Maximumauftreten der Drittlarven eine große Zahl von Befallsbäumen in etwa 3 m Höhe mit Wellkarton umringt. Die in den Juniwochen abgenommenen Kartonstreifen enthielten zwischen den eigentlichen Wellrippen, aber auch zwischen der gewellten und glatten Pappeschicht, zahlreiche, ob ihrer versteckten Lage nur schwach parasitierte Puppen, die herausgelesen und in den erwähnten Zuchtröhren weitergehalten wurden. Die schon im Juni geschlüpften Fliegen wurden wegen ihrer unrentablen Anzahl unberücksichtigt gelassen, die im August in großer Zahl geschlüpften *Cremifania* Individuen wurden dagegen in Spezialkisten verbracht und diese langten mit Flugpost innerhalb von 2—3 Tagen im Dominion Parasite Laboratory in Belleville, Ontario, ein.

Das Imagostadium als Versandstadium wurde deshalb gewählt, weil unserem Institut bei dem sonst vielfach üblichen Puppenversand das Risiko der Miteinfuhr eines Räuberparasiten zu hoch erschien. Dazu kam noch, daß die Vorversuche mit eingekäfigtem Material eine, selbst bei Puppenversand kaum zu unterbietende Mortalität ergaben und daß die verschickten Imagines im kanadischen Befallsgebiet unverzüglich in Freiheit gesetzt werden konnten. Wie aus einem Beispiel unserer Versandstatistik (Tabelle 4) ersichtlich ist, überstieg die Mortalität der Fliegen während des Transportes niemals die 6,7%-Grenze (1953) und lag im Durchschnitt bei etwa 4%.

In den günstigen Frühjahren 1952 und 1953 konnten wir auch aus überwinternden Puppen ausgeschlüpfte Fliegen direkt im Befallsgebiet mit dem Aspirator von den Stämmen abfangen und sofort, 300—400 Individuen pro Versandkiste, verschicken. Dieses Vorgehen hat sich nur im Frühjahr als durchführbar erwiesen, weil hier das Massenschlüpfen der Fliegen im Freiland viel gleichzeitiger und die tägliche Flugzeit viel gedrängter stattfindet als im August/September, wo die Flugdichte mehr ausgeglichen und die Aussicht auf Massenfänge daher geringer erscheint.

Tabelle 4. Versand-Mortalität von *Cremifania nigrocellulata* 1953 (Versand von Feldmeilen/Schweiz nach Belleville/Kanada)

Shipment Nr.	7	8	9	10
Datum	1. 5.	1. 5.	4. 5.	5. 5.
Zahl der vers. Fliegen	300	300	420	230
Dauer der Reise, Tage	3	3	2	2
Gesamt-Mortalität	15	20	10	9
Mortalitätsprozent	5	6,7	2,4	3,9

Für den Transport kam eine, in anderen Arbeiten (Delucchi, a) ausführlicher beschriebene Kiste in Verwendung. Der Luftraum dieser stabilen, kubischen Holzkiste beträgt etwa 5 Kubikdezimeter, hat als Innenboden eine 4 cm hohe, durch Gaze abgeschlossene, sterilisierte Mosschicht als Feuchtigkeitsspender und als Innendeckel eine Zellophanscheibe für die Zolleinsicht. Die jeweils gegenüberliegenden Seitenwände tragen in einem Falle die gazeverschlossenen Luftlöcher, im anderen Falle ein aus Agar-Agar, Zucker und Honig, durch Kochen im Wasser bereitetes Futtergel, das für eine durchschnittliche Luftfeuchtigkeit von rund 80 % geeignet ist. Der einzige Unterschied gegenüber der Normalform bestand darin, daß das Einfüllloch für die Fliegen nicht in das Zellophanblatt, sondern durch eine Seitenwand gebohrt wurde, damit die Fliegen beim Einkäfigen durch das Licht von der Zellophanseite her angezogen werden konnten.

VII. Zusammenfassung

1. Die vorliegende Arbeit stellt ein Teilglied der seit 1950 im European Laboratory des Commonwealth Institute of Biological Control über den Vertilgerkomplex von *Dreyfusia piceae* Ratz. durchgeführten Untersuchungen dar. Sie hat die, bisher nur in einem einzigen Exemplar bekannt gewordene, räuberische Dipterenart, *Cremifania nigrocellulata* Czerny, zum Gegenstand. Die Arbeit soll als Unterlage für die in Kanada begonnene Akklimatisierung dieses Nützlings und für die dort laufenden Studien über die biologische Bekämpfung der verschleppten Laus dienen.

2. Die Beschreibung der bisher völlig unbekannten Praeimaginalstadien wurde ausführlicher gehalten, weil in der Praxis die richtige Bestimmung in allen Stadien unumgänglich ist. Daneben wurden auch Details der Morphologie der inneren Organe berücksichtigt. Auf Grund der Drittlarvenmorphologie und der Auffindung des Männchens wird die Stellung der Species zu den *Chamaemyiidae* als zweifelhaft erachtet.

3. Die Art, die nur aus Oberösterreich bekannt war, scheint in allen mitteleuropäischen Weißtannenlausgebieten verbreitet zu sein.

4. In guter Übereinstimmung mit den Vermehrungsperioden des Wirtes, tritt auch bei *Cremifania,* neben den beiden Hauptvermehrungen im Frühjahr und im Spätsommer, eine allerdings sehr geringe, im Freiland meist

zu übersehende, vorsommerliche Fortpflanzung auf. In Laboratoriumsuntersuchungen mit waldklimaähnlichen Bedingungen hat sich erwiesen, daß mehr als 95% der Puppen aus der Frühjahrsvermehrung eine echte Diapause während des Sommers durchmachen, die sich bei der Hälfte dieser Puppen noch über den folgenden Winter ausdehnen kann.

5. Als Parasiten wurden drei Schlupfwespen gezüchtet: *Lygocerus piceae* Ratz. *(Proctotrupoidea),* Larvenparasit, als häufigste Art; *Pachyneuron ferrièrei* und *P. cremifaniae* Del. *(Chalcidoidea)* als seltenere Puppenparasiten. Die beiden zuerst genannten Arten treten auch als Parasiten von *Leucopis griseola* Fall. und *Leucopomyia obscura* Hal. auf.

6. Die Bedeutung der Art als Räuber von *D. piceae* wird in einem kurzen Abschnitt gewürdigt.

7. Gestützt auf die biologischen Untersuchungen, konnten Zuchten und Aufsammlungen im Freiland unternommen und bis jetzt 2200 Imagines in Spezialkisten per Flugzeug nach Kanada versandt werden.

Résumé

1. Notre Laboratoire du Commonwealth Institute of Biological Control a commencé en 1950 l'étude de la communauté des prédateurs de *Dreyfusia piceae* Ratz. dans les régions d'Europe centrale. Dans cette note nous présentons un des prédateurs de cette communauté: *Cremifania nigrocellulata* Czerny, dont on connaissait jusqu'alors un seul exemplaire femelle trouvé par CZERNY en 1904 dans les environs de Kremsmünster (Autriche supérieure). Nous avons eu pour but de donner à nos collègues canadiens, qui travaillent dans le cadre de la lutte biologique contre *D. piceae,* la possibilité de développer leurs recherches concernant l'acclimatation de ce prédateur sur la base des observations que nous avons faites dans son Pays d'origine.

2. Nous avons donné une certaine importance à la description des stades préimaginaux, de façon que l'identification de l'espèce soit possible à tous les stades. La description anatomique de quelques organes a été ajoutée à titre complémentaire. L'étude de la larve du troisième stade et des genitalia du mâle nous ont conduit à formuler quelques doutes sur la position de *Cremifania* dans la famille des *Chamaemyiidae.*

3. *C. nigrocellulata,* qui n'était connu que d'Autriche, semble être commun dans toutes les infestations de *D. piceae* de l'Europe centrale.

4. Le cycle évolutif de cette espéce est très adapté à celui de l'hôte, puisqu'a côté des générations de printemps et de fin d'été il en existe une autre, très faible, vers la fin de juin, qui échappe généralement aux observations dans la nature et qui correspond à la génération estivale de l'hôte découverte par MARCHAL (1913). Les recherches de Laboratoire ont montré que 95% environ des pupes de première génération reste en diapause pendant l'été et que la moitié environ de ces insectes continue la diapause à travers l'hiver.

5. *Lygocerus piceae* Ratz. *(Proctotrupoidea)* parasite les larves du troisième stade de *C. nigrocellulata,* tandis que *Pachyneuron ferrièrei* Del. et P. *cremifaniae* Del. attaquent les pupes. Les deux premiers vivent aussi

aux dépens de *Leucopis griseola* Fall. et de *Leucopomyia obscura* Hal., qui appartiennent à la même communauté de prédateurs.

6. Après quelques considérations sur la valeur de *C. nigrocellulata* comme prédateur de *D. piceae*, nous avons fourni des détails sur la méthode d'élevage en masse et d'expédition de cet insecte.

VIII. Literaturverzeichnis

Balch, R. E., 1952 — Studies on the Balsam Woolly Aphid, *Adelges piceae* Ratz. and its effects on Balsam Fir, *Abies balsamea* (L.) Mill. — Publ. 867, Can. Dept. Agric., Ottawa.

Boyes, J. W. and Wilkes, A., 1953 — Somatic Chromosomes in higher Diptera — I. Differentiation of Tachinid Parasites. — Can. J. Zool., *31*, 125—165.

Czerny, L., 1904 — *Cremifania nigrocellulata*, eine neue *Ochthiphilinae*. Syst. Stellung und Gattungsdiagnosen der Ochthiphilinen. — Wiener Ent. Z., *23*, 167—170.

Delucchi, V., 1953 — Deux espèces nouvelles de *Pachyneuron* Walker, parasites de Diptères. — Bull. Inst. Roy. Sc. Nat. Belgique, *29*, 1—14.

— — a) *Pullus impexus* Muls. (Coleoptera, Coccinellidae), a predator of *Adelges* (Dreyfusia) *piceae* Ratz., with notes on its parasites — Manuskript im Druck. (Bull. Ent. Res., *45*).

— — b) *Aphidecta obliterata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) als Räuber von *Dreyfusia* (Adelges) *piceae* Ratz. — Manuskript im Druck. (Pflanzenschutz-Berichte, XI.).

Franz, J., 1953 — *Laricobius erichsoni* Rosenh. (Coleopt., Derodontidae), ein Räuber an Chermesiden. — Z. f. Pflanzenkrankheiten und -schutz, *60*, 2—14.

Hennig, W., 1952 — Die Larvenformen der Dipteren, 3. Teil. Akademie-Verlag Berlin.

Marchal, P., 1913 — Contribution à l'étude de la biologie des Chermes. Ann. Sc. Nat. Zool. 9e série, *18*, 153—385.

Ratzeburg, J. Ch. Th., 1852 — Ichneumonen der Forstinsekten, III. Berlin.

Trägardh, I., 1931 — Zwei forstentomologisch wichtige Fliegen. Z. f. angew. Ent., *18*, 672—690.

Wilson, F., 1938 — Notes on the insect enemies of Chermes with particular reference to *Pineus pini* Koch and *Pineus strobi* Hartig. — Bull. Ent. Res., *29*, 373—389.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität München

Temperaturregulierung und Wasserhaushalt im Bienenstaat

Von

Martin Lindauer

Vom ersten Frühjahr bis zum Herbst kann man im Brutbezirk eines Bienenstockes eine konstante Temperatur zwischen 34,5° und 35,5° C messen; ein Zeichen, daß sich die Bienen recht gut auf ihre Temperaturregulierung verstehen. Selbst im Winter wird erfolgreich der Kampf mit der Kälte aufgenommen; im Zentrum der Wintertraube zeigt das Thermometer zwischen 20° und 30° C an, was an kalten Tagen einer Differenz gegenüber der Außentemperatur von 40° C und mehr entspricht.

Welche Mittel stehen den Bienen bei ihrer Temperaturregulierung zur Verfügung? Was die nötige Erwärmung betrifft, so war seit längerem bekannt, daß die Bienen aktiv durch Muskelarbeit Wärme produzieren können. Die Körpertemperatur einer erregten Biene kann bis zu 13° C über der Umgebungstemperatur stehen. Für eine isolierte Biene wäre eine solche Wärmeerzeugung natürlich wirkungslos. Die einzelne Biene könnte eine derartige Daueranstrengung nicht lange durchhalten und überdies würde die erzeugte Wärme sofort nach außen verpuffen. Wenn aber im geschützten Wabenbau Zehntausende von Bienen sich gleichzeitig bei der Wärmeerzeugung beteiligen, dann gelingt es ohne Schwierigkeit, jederzeit die Brutemperatur auf 35° C zu halten.

Können sich Bienen aber auch gegen eine Überhitzung zur Wehr setzen? Man nahm bisher wohl allgemein an, daß das Fächeln, das die Bienen an heißen Sommertagen besonders eifrig betreiben, die einzige Maßnahme gegen eine Überhitzung darstelle. In den vergangenen Jahren konnte ich jedoch zeigen, daß dieses Fächeln seinen vollen Sinn erst in Verbindung mit einer anderen Tätigkeit erhält: Wenn die Temperatur im Stock über 35° C anzusteigen droht, dann wird von den Bienen Wasser herbeigeholt und dieses im Stock in kleinsten Portionen verteilt. Das gleichzeitige Fächeln sorgt für rasche Verdunstung, und auf solche Weise wird eine recht erhebliche Verdunstungskälte geschaffen.

Im einzelnen spielen sich diese Dinge in folgender Weise ab: Dort, wo die Zellen gedeckelt sind, werden in den sechseckigen Fugen der Zelldeckel kleine Pfützen angelegt; in jenen Bezirken, wo offene Zellen sich vorfinden, werden Tröpfchen direkt in die Zellen abgelagert; man sieht dabei die Bienen mit dem Rücken nach unten in eine Zelle kriechen, ein Tröpfchen aus ihrem Mund auswürgen und dicht über dem Zelleneingang an die obere Zellwand spucken. Pipettiert man diese Tröpfchen ab und untersucht sie im Abbé-Refraktometer, dann findet man, daß sie praktisch reines Wasser darstellen.

In der Regel werden die Tröpfchen mit den Mandibeln noch fein ausgebreitet und so eine größere Verdunstungsoberfläche geschaffen.

Neben diesem Wasserspucken verfügen die Bienen noch über eine andere Methode, die ebenfalls geeignet ist, Abkühlung durch Verdunstung zu erzielen. Während die einen Bienen eifrig mit dem Fächeln und dem Wasserspucken beschäftigt sind, sieht man andere scheinbar untätig dasitzen; bei genauem Zusehen aber wird man bemerken, daß diese letzteren ständig in bestimmtem Rhythmus ihren Rüssel aus- und einklappen. Dabei erscheint zwischen Rüssel und unterem Mundfeld ein Flüssigkeitströpfchen, das bei jedem Ausschlag filmartig ausgezogen wird. Hierbei ist der erste Ausschlag sehr klein, der zweite ist schon größer und beim dritten und weitesten Ausschlag verbleibt der Rüssel 2—3 Sekunden in seiner ausgeklappten Stellung — das Tröpfchen wird so recht ausgiebig der umgebenden Luft ausgesetzt —, dann wird das Tröpfchen wieder eingezogen und der Rüssel zurückgeschlagen. Es liegt auf der Hand, daß durch diese Manipulationen wiederum die Verdunstung stark gefördert wird. Es mußte aber erst erwiesen werden, ob in diesem Fall die Verdunstung wirklich einer Abkühlung zugedacht war oder ob sie nicht etwa nur dazu dienen sollte, um den eingetragenen Nektar einzudicken. Das letztere hatte Park (1925) angenommen. Um die Zusammenhänge aufzuklären, wurden folgende Versuche angestellt:

1. Es wurde den Bienen 1-molares Zuckerwasser, das ja noch starker Eindickung bedarf, in unbeschränkter Menge angeboten. Obwohl eine große Schar von Sammelbienen dieses Futter eintrug, sah man im Stock kein „Rüsselschlagen". Sobald aber eine künstliche Überhitzung gesetzt wurde, begannen zahlreiche Bienen auf den Waben mit dem genannten Rüsselschlagen.

2. Ein Volk wurde recht knapp bei Futter gehalten, und als es schon nahe am Hungern war, wurde es einer Überhitzung ausgesetzt. Hier hatten die Bienen also bestimmt keinen Anlaß, Nektar einzudicken; es war ja gar kein frischer Nektar eingetragen worden. Das Rüsselschlagen setzte aber bei Beginn der Überhitzung trotzdem ein, auch wenn es diesmal seine Wirkung verfehlte: die Tröpfchen, die die Bienen mit Müh und Not auswürgen konnten, waren ja schon hochkonzentrierte Zuckerlösung.

3. Nur in einem Fall gelang es mir, die Bienen einwandfrei dazu zu bringen, durch Rüsselschlagen Nektar einzudicken: es wurde bei normalen Temperaturverhältnissen 1-molares Zuckerwasser direkt in die Waben eingegossen. Jeder Imker weiß, daß in einem solchen Fall die Bienen sofort das Zuckerwasser umtragen, und während des Umtragens konnte ich einige Bienen beim Rüsselschlagen beobachten.

Damit steht fest, daß das Rüsselschlagen sowohl dem Nektareindicken als auch einer Abkühlung dienen kann, jedoch dürfte dem letzteren der Vorrang zukommen.

Aus dem bisher Dargelegten geht ohne weiteres hervor, daß für eine erfolgreiche Temperaturregulierung bei Überhitzungsgefahr unbedingt Wasser erforderlich ist. Versperrt man den Wasserträgerinnen die Tränke und den Zugang zu allen anderen Wasserstellen, dann bricht die Temperaturregulierung zusammen, der Wabenbau fällt infolge der Über-

hitzung von den Rahmen und das Volk verläßt mitsamt seiner Königin den Stock.

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, wie hoch der Wasserbedarf bei einer Überhitzung unter natürlichen Bedingungen ist, wurde im Juli/August 1952 ein kleines Volk in einer 5-Wabenbeute in Süditalien in einer wasserlosen Gegend aufgestellt. Vor dem Stock stand ein künstlicher Wasserfutterplatz, der tagtäglich durchgehend von etwa 100 Sammelbienen besucht war; für das kleine Völkchen in der Tat ein recht hohes Aufgebot! Der Erfolg blieb auch nicht aus: bei einer Schattentemperatur zwischen 34° und 35° C — das Volk stand jedoch in der prallen Sonne bei 50° bis 60° C — zeigte das Stockthermometer konstant 35° und 36° C.

Aus diesen Befunden sollte wohl auch der praktische Imker seine Konsequenzen ziehen: Wenn das Thermometer einmal über 30° C ansteigt, dann sind die Bienen gezwungen, mehr und mehr Zeit für die Temperaturregulierung aufzuwenden, insbesondere dann, wenn der Bienenstock direkt in der prallen Sonne steht. Durch Abschatten könnte man den Bienen ihre Arbeit wesentlich erleichtern. Doch dies scheint mir noch gar nicht das Wesentlichste. In erster Linie brauchen die Bienen Wasser, wenn Überhitzungsgefahr auftritt; man wird also am Bienenstand eine Wassertränke in Betrieb halten, damit die Bienen ihr Wasser nicht von weit herholen müssen. Weiter scheint mir ein Hinweis, den ich Herrn Prof. ZWÖLFER verdanke, von großer Bedeutung: Damit die Verdunstung des Wassers intensiv betrieben werden kann, muß der Stock ständig stark durchlüftet werden. Diese Arbeit wird den Bienen sehr erschwert, wenn die Fluglöcher allzu eng sind. Durch weite Fluglöcher und evtl. auch durch isolierte Aufstellung der Völker würde man den Bienen weitgehend entgegenkommen.

Die Temperaturregulierung bei Überhitzungsgefahr setzt einen recht komplizierten Arbeitsgang voraus, und damit sie erfolgreich verläuft, müssen die einzelnen Tätigkeiten, nämlich Wassereintragen, Wasserspucken, Rüsselschlagen und Fächeln gut aufeinander abgespielt sein. Es ist dabei nicht so, daß etwa sämtliche Arbeitsetappen jeweils von einzelnen Bienen ausgeführt würden; dies hätte den Nachteil, daß jede Tätigkeit zwischendurch immer wieder unterbrochen werden müßte. Die Bienen wenden auch hier bei der Temperaturregulierung das bewährte Prinzip der Arbeitsteilung an; d. h. eine Gruppe übernimmt das Wassereintragen, eine andere steht im Stock bereit, um das eingebrachte Wasser sofort abzunehmen und an die Stockbienen zu verteilen. Auch die Wasserspucker, die Fächlerinnen und die rüsselschlagenden Bienen bilden gesonderte Arbeitsgruppen, die immerfort bei ihrer speziellen Tätigkeit verbleiben. Der Vorteil einer solchen Regelung liegt auf der Hand, aber er ist nur dann gesichert, wenn die einzelnen Gruppen auch wirklich *harmonisch zusammenarbeiten.* Es ist in der Tat eine solche Harmonie gegeben. Die Tätigkeit der Wassersammler beispielsweise ist haargenau auf eine Überhitzung abgestimmt: mit Beginn der Überhitzung nimmt der Verkehr an der Tränke sprunghaft zu — die Wasserträgerinnen führen im Stock sogar Werbetänze auf, genauso also wie Nektar- und Pollensammlerinnen —, und wenn die Überhitzung vorbei ist, dann flaut der Verkehr wieder vollständig ab.

Da tauchte nun freilich eine neue Frage auf: wie werden die Wassersammlerinnen von dem jeweils auftretenden Wasserbedarf im Stock verständigt? Die Verständigung erfolgte nicht etwa dadurch, daß die Sammelbienen selbst merkten, wenn es im Stock zu heiß wurde. Sie flogen auch dann prompt zur Tränke aus, wenn im Stock an einer entlegenen Stelle die Überhitzung angesetzt wurde, so daß sie gar nicht mit dem Hitzebezirk in Berührung kamen, und ich konnte auch nicht feststellen, daß die Wasserträgerinnen während ihrer Sammeltätigkeit sich ab und zu durch einen Rundgang persönlich von der gefährlichen Situation im Stock überzeugt hätten; sie gaben immer gleich unten am Flugloch ihr Wasser ab, wo das Thermometer um 20° C anzeigte, und sie stellten trotzdem schlagartig das Wassersammeln ein, wenn die Überhitzung beendet war.

Das Problem wurde durch folgende Überlegung noch komplizierter: Bienen benötigen Wasser nicht nur zur Temperaturregulierung, sondern auch für andere Bedürfnisse im Stock. Die Beziehungen, die zwischen dem allgemeinen Wasserbedarf und den jeweiligen Situationen im Stock bestehen, wurden dadurch aufgeklärt, daß ein Volk isoliert in einer wasserlosen Gegend aufgestellt wurde und dann von April bis zum Oktober an einer künstlichen Tränke die Zahl der Wassersammler aus diesem Volk tagtäglich registriert wurde. Die Wassersammler waren markiert und als stockzugehörig identifiziert. Hierbei ergaben sich folgende Zusammenhänge:

1. Der Wasserbedarf ist abhängig von der Menge der offenen Brut im Stock. Mit zunehmendem Bruteinschlag steigt der Wasserbedarf. Das Wasser wird offenkundig zur Futtersaftbereitung benötigt: Der Futtersaft besteht zu 70—80 % aus Wasser, während der Wassergehalt des Honigs nur 20 % beträgt.

2. Gleichzeitig ist der Wasserbedarf aber auch abhängig von dem jeweiligen Nektarangebot. Bei guter Nektartracht wird das Wasser, das bei der Eindickung des Nektars frei würde, sehr haushälterisch zur Deckung des Wasserbedarfes verwendet. Diese Beziehung kommt dann besonders deutlich zum Ausdruck, wenn durch Kälte oder Regenwetter die Sammelbienen mehrere Tage hindurch am Ausfliegen gehindert sind. So wurde bei Kälteeinbrüchen im April oder Mai, wo die Völker stark in Brut gegangen waren, beobachtet, daß bei der erstbesten Flugmöglichkeit zu allererst die Wasserträgerinnen aus dem Flugloch stürzten, um den katastrophalen Wassermangel zu beheben. Während die Nektarbienen erst bei etwa 15° C zum Sammeln ausflogen, kamen die Wassersammlerinnen schon bei 8° bis 9° C scharenweise zur Tränke und waren dann infolge der Kälte oft nicht mehr imstande heimzufliegen; sie blieben in Kältestarre liegen und mußten in der hohlen Hand aufgewärmt und zum Stock zurückgetragen werden.

In jenen Tagen konnte ich an einem größeren Bienenstand die geradezu erschütternde Beobachtung machen, daß Hunderte von Bienen an einem nahegelegenen Teich ertrunken waren; auch diese Bienen hatten sich in der großen Wassernot, die während der Kälte und Regenperiode eingetreten war, allzu früh herausgewagt und waren dann erstarrt am Ufer liegen geblieben. Eine Innenstocktränke oder auch eine Stockfütterung mit verdünntem Zuckerwasser hätte sicherlich eine solche Katastrophe vermieden.

3. Wenn an recht heißen Sommertagen Gefahr einer Überhitzung besteht, dann wird zusätzlich Wasser auch noch, wie geschildert, zur Temperaturregulierung benötigt. Dabei konnte festgestellt werden, daß die gleichen Bienen, die vorher Wasser allein für die Bedürfnisse der Brutaufzucht eingetragen hatten, jetzt auch gleichzeitig das Wasser zu Abkühlungszwecken einbrachten. Es bestehen da also keineswegs gesonderte Sammelgruppen.

Was nun die Verständigung zwischen Wassersammlerinnen einerseits und dem jeweiligen Wasserbedarf im Stock andererseits angeht, so zeigte sich, daß die Bienen hier eine überraschend einfache Lösung gefunden haben: Die Tätigkeit der Wassersammler richtet sich einzig und allein darnach, ob ihnen im Stock das eingebrachte Wasser rasch und gierig oder nur langsam und widerstrebend abgenommen wird.

Besteht akuter Wassermangel, dann warten bereits drei oder vier Abnehmerinnen innen am Flugloch, um die Wasserträgerin zu empfangen und ihr das Wasser unter lebhaftem Fühlertrillern geradezu zu entreißen. Die Wasserabgabe ist so in 15—20 Sekunden beendet. Dies ist auch für die Sammlerin das Signal dafür, daß mit höchstem Eifer weitergesammelt werden muß und sie wird sogar in diesen Fällen nach jedem Sammelflug einen Werbetanz aufführen, um Neulinge zum Aufsuchen der Tränke zu veranlassen.

Ist der Wasserbedarf aber behoben, dann wird die Wassersammlerin von keiner Abnehmerin im Stock mehr erwartet, sie wird vielmehr selbst durch wiederholte Anbietversuche, die immer wieder vergeblich sind, bestrebt sein müssen, ihre Honigblase leer zu bekommen.

In einem solchen Fall dauert die Abgabe natürlich viel länger, eine oder mehrere Minuten, ja eine ganze Stunde, und jetzt wird man keinen Tanz mehr registrieren können; auch die Sammlerin selbst verliert ihren Sammeleifer, sie wird längere Zeit müßig im Stock verbleiben oder das Sammeln überhaupt aufgeben.

In einem Punkt mußte unser Problem über die Verständigung der Wassersammler jedoch unbeantwortet bleiben: Wodurch wird die allererste Wasserträgerin zum Ausfliegen veranlaßt? Einer Lösung dieser Frage lag in erster Linie die Schwierigkeit im Wege, daß es von den vielen bereitstehenden Sammelbienen immer nur eine oder zwei waren, die wirklich spontan ausflogen; alle übrigen warteten, bis sie durch Tänze alarmiert wurden. Ist es eine reichere Erfahrung oder sind es besondere individuelle Veranlagungen, die jene „Pioniere" im Bienenstaat auszeichnen?

(Die Arbeit erscheint ausführlich in Z. vergl. Physiol. Bd. 36/1954.)

Berichtigung

Zu: H. HORNIG — Die Bedeutung der Drehherzmücke — in Band 35/3 dieser Zeitschrift.

Auf Seite 272 muß es im Text zu Abbildung I a und I b heißen statt „160fach vergr." und „166fach vergr.", jeweils „16fach vergr.".

Auf Seite 289, Zeile 8, ist zu setzen statt „(Abb. 13)", richtig „(Abb. 7a)".

Personalien

Friedrich Schwangart

(zum 80. Geburtstag)

Einer der Mitbegründer der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie und anfänglicher Mitherausgeber unserer Zeitschrift, Prof. Dr. F. Schwangart, beging am 15. April d. J. in Gräfelfing bei München nach über 50jähriger, vielseitiger, wissenschaftlicher Tätigkeit in geistiger Frische seinen 80. Geburtstag!

In München 1874 geboren, promovierte er hier 1902 nach einem Studium der Naturwissenschaften an den Universitäten München, Berlin, Erlangen und Lausanne. Die Vielseitigkeit seiner akademischen Studien — die neben Zoologie, Botanik und Paläontologie auch Anthropologie, Ethnographie, Urgeschichte, Psychologie und Literaturgeschichte umfaßten — und die so bezeichnend für die ältere Forschergeneration ist, kommt auch in seinem wissenschaftlichen Lebenswerk zum Ausdruck, das die verschiedenartigsten Interessengebiete einschließt.

Sein Lebensweg führte Schwangart nach 5jähriger Assistententätigkeit am Zoologischen Institut und der Zoologischen Staatssammlung München, 1907 als Vorstand an die Station für Schädlingsforschung in Neustadt a. d. Weinstr., wo er durch seine angew. entomologische Tätigkeit den Grund für die heutige zoologische Abteilung der Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau legte. In Anerkennung seiner besonderen Verdienste um das Studium der Rebschädlinge wurden ihm hier 1911 die Verdienstmedaille für Landwirtschaft und der Professortitel verliehen. In dieser Zeit habilitierte er sich auch für landwirtsch. Zoologie an der Technischen Hochschule München. 1914 wurde Schwangart als Nachfolger Escherichs als o. ö. Professor für Forstzoologie an die Forstakademie Tharandt berufen. Ein Unfall, der zu seiner Emeritierung führte, setzte hier 1923 seiner amtlichen akademischen Lehrtätigkeit vorzeitig ein Ende. Seine wissenschaftliche Arbeit lief jedoch weiter. Von 1932 ab betätigte er sich als freiwilliger Mitarbeiter an der Zoologischen Staatssammlung in München.

Neben entwicklungsmechanischen und morphologischen Arbeiten ist SCHWANGART besonders als Wegbereiter des Gedankens der Biologischen Schädlingsbekämpfung hervorgetreten. Auch die Begründung der Dt. Gesellschaft für angew. Entomologie, deren Vorstand er lange angehörte, und die unserer Zeitschrift, ist mit sein Verdienst.

Daneben wurden Fischereibiologie, Teichwirtschaft und Säugetierkunde durch SCHWANGART's Forschungen gefördert. Wir verdanken ihm grundlegende Arbeiten über Wildkrankheiten, zur Stammesgeschichte von Haustieren, zur Rassenkunde und Zucht der Feliden, insbesondere der Hauskatze, als deren bester Kenner SCHWANGART gegenwärtig gilt.

Möge dem Jubilar ein heiterer Lebensabend beschieden und vergönnt sein, sich noch lange an den Früchten seines vielseitigen Lebenswerkes zu erfreuen. — ZWÖLFER, München

Referate

Madel, W. — Schädlinge im Bauholz. 4. erweiterte Auflage, 100 S., 116 Abb., O. Elsner Verlag, Darmstadt, 1952. Preis brosch. DM 3,80.

Daß seit dem Erscheinen der 1. Auflage vor 12 Jahren MADEL's Bauhholzschädlinge nunmehr in 4. erweiterter Auflage vorliegen, zeugt von der Brauchbarkeit der Schrift, die ganz auf die Bedürfnisse der Praxis (des Baufaches und der Schädlingsbekämpfer) eingestellt ist. Trotz der allgemein verständlich gehaltenen Darstellung, die auf den Hauptinteressentenkreis Rücksicht nimmt, steht der Inhalt nach Stoffwahl und Darstellung wissenschaftlich auf voller Höhe. Die seit Kriegsende sehr beachtlichen Neuerungen auf dem Gebiet des Holzschutzes, seiner Anwendungsverfahren und Bekämpfungsmittel sind in der neuen Bearbeitung berücksichtigt, der auch ein Verzeichnis der neueren, amtlich anerkannten Holzschutzmittel beigefügt ist. Damit gewinnt sie auch für jene Vertreter der angewandten Entomologie Bedeutung, die nur gelegentlich mit Bauholzschädlingen zu tun haben. Sie finden in der vorliegenden Schrift eine gediegene Zusammenfassung alles Wesentlichen über diesen Gegenstand. — Z.

Weidner, H. — Bestimmungstabellen der Vorratsschädlinge und des Hausungeziefers Mitteleuropas. 2. Aufl., 234 S., 272 Abb., G. Fischer Verlag, Jena; Preis geb. DM 14,50.

Langjährige Erfahrung und gründliche Sachkenntnis haben in diesem Buche ihren Niederschlag gefunden, das als leicht zu handhabender, zuverlässiger Bestimmungsschlüssel für Vorrats- und Materialschädlinge in jede angewandt-entomologische Fachbücherei gehört. Es ergänzt als solcher in glücklichster Weise die größeren fachlichen Werke unseres Schrifttums über diesen Gegenstand — wie etwa jene von ZACHER oder KEMPER. Gegenüber der ersten ist die vorliegende Neuauflage durch Beigabe von Larvenbestimmungstabellen wertvoll bereichert. Auch die neuaufgenommenen Literaturhinweise auf monographische Bearbeitungen einzelner Insektengruppen sind zu begrüßen. Der Druck und die gediegene Ausstattung entsprechen der alten, gepflegten Tradition des G. Fischer-Verlages. — Z.

Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Bd. II, 6. Aufl., 1. Lieferung: Die Viruskrankheiten (Bearbeitet von E. Köhler und M. Klinkowski). 786 S., 326 Abb. Paul Parey Verlag, Berlin 1954, Preis Ganzl. DM 150,—. (Bei Verpflichtung zur Abnahme auch der 2. Lieferung, die die Bakterienkrankheiten behandelt, 10 % Nachlaß).

Die Viruskrankheiten unserer Kulturpflanzen sind ein verhältnismäßig junger Zweig der Pflanzenschutzforschung. Er hat in den beiden letzten Jahrzehnten, besonders seit der Aufnahme des Elektronenmikroskopes in seine Untersuchungstechnik, so gewaltige Fortschritte gemacht, daß das Gebiet für jeden, den es nur als Nachbardisziplin berührte, nicht mehr zu überblicken war. So wird das Erscheinen einer zusammenfassenden Darstellung des derzeitigen Standes unserer Kenntnisse, Anschauungen und Einsichten auf diesem Gebiet aus der Feder zweier namhafter Virusforscher von jedem dankbar begrüßt werden, der mit Problemen des Pflanzenschutzes zu tun hat. Bei den engen Beziehungen, die Insekten als Überträger von Virosen unserer Kulturpflanzen besitzen, ist der Band insbesondere für den Entomologen der angewandten Arbeitsrichtung als Nachschlagewerk in allen einschlägigen Fragen der Virusforschung unentbehrlich. Sowohl dem sehr übersichtlich gehaltenen, ausführlichen allgemeinen Teil, als auch dem speziellen Teil sind ziemlich vollständige Literaturnachweise beigegeben. Sie ermöglichen im Bedarfsfall, jedes Einzelproblem bis an die Quellen des Spezialschrifttums zu verfolgen. — Die Ausstattung verdient volle Anerkennung. Das Werk ist eine der wertvollsten Neuerscheinungen der letzten Jahre auf dem Gesamtgebiet der Pflanzenschutzliteratur. — Z.

Domenichini, G., Studio sulla morfologia dell'addome degli Hymenoptera Chalcidoidea (Studium über die Hinterleibsmorphologie der Zehrwespen). Bolletino di Zoologia Agraria e Bachicoltura. Bd. XIX. Heft III., Mailand 1953, S. 1—115, 27 Textfiguren, 1 Tafel.

Grenzgebiete sind am öftesten vernachlässigt und bieten daher manchen dankbaren Stoff zum Studium. Bekanntlich gründet sich die Systematik der Kerfe in erster Linie auf die äußerlich sichtbaren Merkmale des Chitinpanzers, — wenn nicht noch schlimmer — auf die Färbung des Schuppenkleides (Lepidopteren). Der Liebhaber und Sammler sowie der museale Systematiker sind nicht ohne weiteres in der Lage, ihre oft wertvollen und optisch schönen Objekte dem anatomischen Studium zu opfern. Die Heranziehung des Kopulationsapparates, als Unterscheidungsmerkmal, dient bisher kaum mehr, als der Trennung von niederen systematischen Kategorien. Was in vielen Gruppen not tut, ist die Schaffung einer soliden morphologischen Basis für höhere Kategorien, wie Familien und Unterfamilien. Ein solches Studium kann aber nur von einem morphologisch bewanderten Systematiker oder einem mit Systematik vertrauten Morphologen mit Erfolgsaussichten unternommen werden.

Eine Arbeit dieser Art für die Überfamilie der Zehrwespen *(Chalcidoidea)* liegt nunmehr vor. Trotz der längst erkannten wichtigen Rolle dieser Schmarotzerwespen für das biologische Gleichgewicht in der Natur und ihrer ungeheuren Arten- und Individuenzahl, bilden sie eine in systematischer Hinsicht am stärksten vernachlässigte Gruppe. Eine der vielen Ursachen der Unzugänglichkeit dieses Gebietes für den Anfänger bildet der Mangel an brauchbaren Bestimmungswerken in allen Sprachen und Teilen der Welt. Jedoch können keine neuen, besseren Bestimmungswerke verfaßt werden, solange die primären, wichtigsten Trennungsmerkmale nicht von der morphologischen Seite her, auf Grund eines eingehenden Studiums neu gelegt sein werden.

Ein reiner Systematiker hat weder die Zeit, noch das Werkzeug dazu, daher ist die Initiative des Verf. zu begrüßen, der sich dieser Aufgabe unterzog und dabei Tatsachen an den Tag förderte, die bisher gänzlich unbekannt waren, sowie andere, irrige Ansichten widerlegte.

Wie dürftig umfassende Studien auf diesem Gebiet bisher waren, ersieht man aus der Zahl der kaum 5—6 Entomologen, die sich mit dem Hinterleib der Zehrwespen befaßt hatten. Die Systematiker haben bisher alle übrigen Körperregionen und ihre Anhänge zum Aufbau des Systems verwertet, während der Hinterleib viel seltener und auch nur oberflächlich beachtet wurde. Dies genügt aber bei seinem Bau nicht, da sich hier die einzelnen Urite überdecken, ineinanderschieben, miteinander verwachsen usw., so daß ihre Beschaffenheit nur an frischen Objekten, bzw. nach einer Mazeration der trockenen, erkannt werden kann.

Auch rein morphologisch herrschte in der Wertung einzelner Teile eine beträchtliche Meinungsverschiedenheit bei einzelnen Autoren, die der Verf. weitgehend klären konnte.

Andererseits bildet diese Arbeit ein Beispiel guter Zusammenarbeit mit Systematikern. Schon die Beschaffung von einwandfrei bestimmtem Material würde sonst auf Schwierigkeiten stoßen. Auch pflegte der Verf. mit diesen Kollegen während der Arbeit einen lebhaften Gedankenaustausch.

Die Arbeit ist in einen allgemeinen Teil (einschl. Phylogenie, Methodik usw.) und einen größeren systematischen Teil gegliedert, reich illustriert (248 Original-Einzelzeichnungen, 14 Mikroaufnahmen), wozu 72 Arten untersucht wurden.

Aus den Ergebnissen sind die folgenden für den Systematiker bes. hervorzuheben:

1. Unzuverlässigkeit des „gestielten" und „sitzenden" Hinterleibes.
2. Große Verwandschaft im Hinterleibsbau der Apheliniden und Encyrtiden, was den ersteren eine endgültige Stellung bei den Macrocentri sichert.
3. Selbständigkeit der Spalangiiden.
4. Betrachtung der Mymariden als eigene Überfamilie.

Obschon es dem Verf. nicht möglich war, im Rahmen einer ersten Arbeit alle sich bietenden Probleme zu lösen, ist die geleistete, sehr mühsame Arbeit unbedingt zu begrüßen. Dadurch wird ein Weg gewiesen, auf dem man durch gründliche Untersuchungen, die in eine Sackgasse geratene Systematik endlich einmal aus dieser Lage befreien kann.

S. Novitzky, Wien

Literatur zur HCH- und Diën-Gruppe

Von Dr. R. RIEMSCHNEIDER

Chemisches Institut der Freien Universität Berlin

Liste III: 128 Seiten, kartoniert DM 25,—

Liste V: 56 Seiten, kartoniert DM 9,60

Diese Schriften enthalten das von dem Verfasser bis 31. Dezember 1951 registrierte Literaturmaterial über die Insektizide der HCH- und Diën-Gruppe. Die über 4000 Titel mit Angaben von Referenten sowie von Arbeitsschwerpunkten und behandelten Insektizid-Gruppen bedeuten für Wissenschaft und Praxis eine wichtige international zu wertende Unterstützung in ihrer vielseitigen Arbeit. Der größte Teil der Literaturangaben trägt einen Hinweis, ob der Schwerpunkt der Arbeit auf chemischem, physikalischem oder biologischem Gebiet zu suchen ist.

Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur 1940—1945

Herausgegeben von der

Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem

Bearbeitet von Dr. J. BÄRNER

2 Bände, 1356 Seiten, brosch. DM 97,—

Die „Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur" erschien erstmalig im Jahre 1921. Bis 1944 wurden fortlaufend 21 Bände herausgegeben, die eine Zusammenfassung der gesamten Weltliteratur des Pflanzenschutzes bis zum Jahre 1939 enthielten.

In Fortsetzung dieser Veröffentlichungen erscheint hiermit eine Literaturzusammenfassung für die Jahre 1940—45. Weitere sollen in kurzen Abständen folgen, wobei zunächst die Veröffentlichung der Literatur der Jahre 1946 und 1951 vorbereitet wird. Auf diese Weise soll einerseits die noch vorhandene Lücke in der Literaturnachweisung baldigst geschlossen und andererseits die moderne Pflanzenschutzliteratur möglichst schnell laufend und vollständig der wissenschaftlichen Welt zugängig gemacht werden. Die beiden vorliegenden Bände enthalten etwa 26 900 Literaturzitate und ein Autorenverzeichnis von über 11 000 Namen.

Eine Bestellkarte liegt diesem Heft bei.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Handbuch der Pflanzenkrankheiten

Begründet von PAUL SORAUER

In sechs Bänden herausgegeben von

Prof. Dr. Dr. h. c. O. APPEL †
Geh. Reg.-Rat, Präsident a. D. der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Prof. Dr. H. BLUNCK
ehem. Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn

Prof. Dr. H. RICHTER
Präsident der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

V. Band: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Teil

5. Auflage, 2. Lieferung:

COLEOPTERA

bearbeitet von

Dr. G. Dosse, Prof. Dr. K. Friederichs, F. Heikertinger, A. Horion, Prof. Dr. H. Kemper, R. Kleine, Dr. H. Mühlmann, Dr. G. Schmidt, Dr. W. Speyer, H. E. Wichmann, Dr. E. v. Winning, Prof. Dr. Fr. Zacher

608 Seiten mit 157 Abbildungen. In Ganzleinen DM 144,—

Die Neuauflage des Bandes V „Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen", 2. Teil, verzeichnet gegenüber der 4. Auflage eine Zunahme des zu bewältigenden Stoffes auf doppelten Umfang. Hierdurch war eine Teilung in fünf, in sich abgeschlossene, mit Inhaltsverzeichnis und Sachregister versehene Lieferungen erforderlich. Die 1. Lieferung: Diptera und Hymenoptera, erschien 1953. Die 3. Lieferung: Heteroptera und Homoptera I. Teil, erscheint voraussichtlich 1954, die 4. Lieferung: Homoptera II. Teil erscheint 1955, die 5. Lieferung: Vertrebrata, erscheint voraussichtlich 1955.

Dieses reich illustrierte und vorzüglich ausgestattete Standardwerk der Weltliteratur zeichnet sich durch kurze Fassung und prägnante Ausdrucksweise aus. Es vermittelt eine zusammenfassende, gut geordnete Übersicht unserer heutigen Kenntnisse über das Gesamtgebiet der Pflanzenschädlinge.

Die Lieferungen des Bandes V sind einzeln käuflich. Bei Verpflichtung zur Abnahme aller Lieferungen dieses Bandes ermäßigt sich der Einzelpreis der Lieferungen um 10 %.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Verlag: Paul Parey, ① Berlin SW68, Lindenstr. 44-47 (Westberlin), Herausgeber: Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52. Printed in Germany. Druck: Lindemann & Lüdecke, Berlin SO 36, Oranienstr. 183 (Westberlin). Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte (4 Hefte = 1 Band).

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten.